

Docket No. 200889US2S/vdm



RECEIVED

MAY -2 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takashi YOSHITOMI, et al.

GAU: 2811

SERIAL NO: 09/734,658

EXAMINER:

TC 2800 MAIL ROOM

FILED: December 13, 2000

FOR: MIM CAPACITOR

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	11-354473	December 14, 1999
JAPAN	2000-368693	December 4, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

Surinder Sachar
Registration No. 34,423



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)



09/734,658

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月14日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第354473号

出願人

Applicant (s):

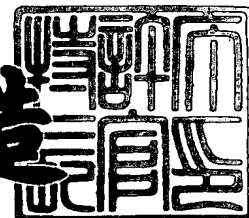
株式会社東芝

RECEIVED
MAY - 2 2001
TC 2800 MAIL ROOM

2000年12月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3098873

【書類名】 特許願

【整理番号】 A009904465

【提出日】 平成11年12月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 49/00

【発明の名称】 M I M キャパシタ

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 吉富 崇

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 猪原 正弘

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 君島 秀樹

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 大黒 達也

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 蓮見 良治

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

浜事業所内

【氏名】 山口 崇

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
 【発明の名称】 M I M キャパシタ
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属材料から構成される第 1 及び第 2 電極と、キャパシタ絶縁膜と、前記キャパシタ絶縁膜と前記第 1 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第 1 拡散防止膜と、前記キャパシタ絶縁膜と前記第 2 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第 2 拡散防止膜とを具備することを特徴とする M I M キャパシタ。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 電極は、それぞれ四角以外の格子状、すのこ状、櫛状を含む形状を有していることを特徴とする請求項 1 記載の M I M キャパシタ。

【請求項 3】 前記第 1 電極は、半導体基板内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化され、前記第 2 電極は、層間絶縁膜内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されていることを特徴とする請求項 1 記載の M I M キャパシタ。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 拡散防止膜は、窒化金属膜であることを特徴とする請求項 1 記載の M I M キャパシタ。

【請求項 5】 前記金属材料は、C uであることを特徴とする請求項 1 記載の M I M キャパシタ。

【請求項 6】 ダマシンプロセスにより金属材料からなる第 1 電極を形成する工程と、前記第 1 電極上に前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 絶縁膜を形成する工程と、前記第 1 絶縁膜の一部を除去し、この部分をキャパシタ形成予定領域とする工程と、前記キャパシタ形成予定領域内に前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 拡散防止膜を形成する工程と、前記第 1 拡散防止膜上に、キャパシタ絶縁膜、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 2 拡散防止膜、及び、前記第 1 絶縁膜と同じ機能を有する第 2 絶縁膜をそれぞれ形成する工程と、前記第 1 及び第 2 絶縁膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記ダマシンプロセスを用いて、前記層間絶縁膜並びに前記第 1 及び第 2 絶縁膜に、前記第 1 電極及び前記第 2 拡散防止膜に達するトレンチを形成し、前記トレン

チ内に前記金属材料を満たし、前記第 1 電極に接続する配線及び前記第 2 拡散防止膜に接続する第 2 電極をそれぞれ形成する工程とを具備することを特徴とする MIM キャパシタの製造方法。

【請求項 7】 前記第 1 拡散防止膜は、窒化金属膜をスパッタした後、前記窒化金属膜を CMP により研磨することにより形成され、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第 2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工されることを特徴とする請求項 6 記載の MIM キャパシタの製造方法。

【請求項 8】 前記第 1 拡散防止膜、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第 2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工され、その端部は、前記第 1 絶縁膜にオーバーラップしていることを特徴とする請求項 6 記載の MIM キャパシタの製造方法。

【請求項 9】 前記第 1 拡散防止膜、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第 2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工され、その端部は、前記キャパシタ形成予定領域内に収まっていることを特徴とする請求項 6 記載の MIM キャパシタの製造方法。

【請求項 10】 ダマシンプロセスにより金属材料からなる第 1 電極を形成する工程と、キャパシタ形成予定領域内の前記第 1 電極上に、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 拡散防止膜、キャパシタ絶縁膜、及び、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 2 拡散防止膜をそれぞれ形成する工程と、前記第 2 拡散防止膜上及び前記第 1 電極上に、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する拡散防止絶縁膜を形成する工程と、前記拡散防止絶縁膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記ダマシンプロセスを用いて、前記層間絶縁膜及び前記拡散防止絶縁膜に、前記第 1 電極及び前記前記第 2 拡散防止膜に達するトレンチを形成し、前記トレンチ内に前記金属材料を満たし、前記第 1 電極に接続する配線及び前記第 2 拡散防止膜に接続する第 2 電極をそれぞれ形成する工程とを具備することを特徴とする MIM キャパシタの製造方法。

【請求項 11】 金属材料から構成される第 1 及び第 2 電極と、前記第 1 及び第 2 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有するキャパ

シタ絶縁膜とを具備することを特徴とするMIMキャパシタ。

【請求項 1 2】 前記第 2 電極は、層間絶縁膜に設けられたトレンチ内に配置され、かつ、前記キャパシタ絶縁膜は、前記層間絶縁膜に対してエッチング選択比を有することを特徴とする請求項 1 1 記載のMIMキャパシタ。

【請求項 1 3】 前記第 1 電極は、半導体基板内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化され、前記第 2 電極は、層間絶縁膜内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されていることを特徴とする請求項 1 1 記載のMIMキャパシタ。

【請求項 1 4】 前記キャパシタ絶縁膜は、 Ta_2O_5 であることを特徴とする請求項 1 1 記載のMIMキャパシタ。

【請求項 1 5】 前記金属材料は、Cuであることを特徴とする請求項 1 1 記載のMIMキャパシタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、MIM (Metal-Insulator-Metal) キャパシタに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えば、RFアナログデバイスとCMOSロジックデバイスをワンチップ内に形成することが検討されている。RFアナログデバイスは、抵抗、コイル、キャパシタなどを含み、CMOSロジックデバイスは、MOSトランジスタから構成される。

【0003】

一方、RFアナログデバイスとCMOSロジックデバイスをワンチップ化するためには、両デバイスの製造プロセスの統合を図る必要がある。例えば、CMOSロジックプロセスをベースにし、これにRFアナログデバイスのプロセスを統合して、新規なRF-CMOSプロセスを開発する。

【0004】

プロセスの統合を図るに当たって、最初に問題となるのは、MIMキャパシタ

の構造及びプロセスである。例えば、M O S トランジスタのゲート長が $0.1 \mu\text{m}$ 以下になると、配線抵抗の低減などのため、配線材料として、C u (銅) を使用することが検討されている。

【0 0 0 5】

しかし、C u は、大きな拡散係数を有する。従って、C u を電極とする M I M キャパシタを形成する場合、C u がキャパシタ絶縁膜中に拡散し、リーク電流が増大するという問題がある。

【0 0 0 6】

また、配線材料に C u を使用する場合、C u 配線は、加工精度や平坦化などの理由から、いわゆるダマシンプロセス (Damascene process) により形成される。この時、M I M キャパシタの電極も、当然に、ダマシンプロセスにより形成されるため、ダマシンプロセスに起因する問題、例えば、ディッシング (dishing) の問題や、ディッシングを回避する場合の電極面積の縮小の問題が生じる。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記欠点を解決すべくなされたもので、その目的は、M I M キャパシタの電極が C u などの大きな拡散係数を有する材料から構成される場合にも十分にリーク電流を防止すること、及び、ダマシンプロセス (C M P プロセス) を採用してもディッシングや電極面積の縮小などが生じない製造プロセスを提供することにある。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

本発明の M I M キャパシタは、金属材料から構成される第 1 及び第 2 電極と、キャパシタ絶縁膜と、前記キャパシタ絶縁膜と前記第 1 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第 1 拡散防止膜と、前記キャパシタ絶縁膜と前記第 2 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第 2 拡散防止膜とを備えている。

【0 0 0 9】

前記第 1 及び第 2 電極は、それぞれ四角以外の格子状、すのこ状、櫛状を含む

形状を有している。

【 0 0 1 0 】

前記第 1 電極は、半導体基板内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されている。前記第 2 電極は、層間絶縁膜内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されている。

【 0 0 1 1 】

前記第 1 及び第 2 拡散防止膜は、窒化金属膜である。前記金属材料は、Cu である。

【 0 0 1 2 】

本発明の MIM キャパシタの製造方法は、ダマシンプロセスにより金属材料からなる第 1 電極を形成する工程と、前記第 1 電極上に前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 絶縁膜を形成する工程と、前記第 1 絶縁膜の一部を除去し、この部分をキャパシタ形成予定領域とする工程と、前記キャパシタ形成予定領域内に前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 拡散防止膜を形成する工程と、前記第 1 拡散防止膜上に、キャパシタ絶縁膜、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 2 拡散防止膜、及び、前記第 1 絶縁膜と同じ機能を有する第 2 絶縁膜をそれぞれ形成する工程と、前記第 1 及び第 2 絶縁膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記ダマシンプロセスを用いて、前記層間絶縁膜並びに前記第 1 及び第 2 絶縁膜に、前記第 1 電極及び前記前記第 2 拡散防止膜に達するトレンチを形成し、前記トレンチ内に前記金属材料を満たし、前記第 1 電極に接続する配線及び前記第 2 拡散防止膜に接続する第 2 電極をそれぞれ形成する工程とを備えている。

【 0 0 1 3 】

前記第 1 拡散防止膜は、窒化金属膜をスパッタした後、前記窒化金属膜を CMP により研磨することにより形成され、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第 2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工される。

【 0 0 1 4 】

前記第 1 拡散防止膜、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第

2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工され、その端部は、前記第 1 絶縁膜にオーバーラップしている。

【0015】

前記第 1 拡散防止膜、前記キャパシタ絶縁膜、前記第 2 拡散防止膜及び前記第 2 絶縁膜は、PEP と RIE により、それぞれ連続して加工され、その端部は、前記キャパシタ形成予定領域内に収まっている。

【0016】

本発明の MIM キャパシタの製造方法は、ダマシンプロセスにより金属材料からなる第 1 電極を形成する工程と、キャパシタ形成予定領域内の前記第 1 電極上に、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 1 拡散防止膜、キャパシタ絶縁膜、及び、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する第 2 拡散防止膜をそれぞれ形成する工程と、前記第 2 拡散防止膜上及び前記第 1 電極上に、前記金属材料の拡散を防止する機能を有する拡散防止絶縁膜を形成する工程と、前記拡散防止絶縁膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記ダマシンプロセスを用いて、前記層間絶縁膜及び前記拡散防止絶縁膜に、前記第 1 電極及び前記前記第 2 拡散防止膜に達するトレンチを形成し、前記トレンチ内に前記金属材料を満たし、前記第 1 電極に接続する配線及び前記第 2 拡散防止膜に接続する第 2 電極をそれぞれ形成する工程とを備えている。

【0017】

本発明の MIM キャパシタは、金属材料から構成される第 1 及び第 2 電極と、前記第 1 及び第 2 電極の間に配置され、前記金属材料の拡散を防止する機能を有するキャパシタ絶縁膜とを備えている。

【0018】

前記第 2 電極は、層間絶縁膜に設けられたトレンチ内に配置され、かつ、前記キャパシタ絶縁膜は、前記層間絶縁膜に対してエッチング選択比を有する。

【0019】

前記第 1 電極は、半導体基板内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されている。前記第 2 電極は、層間絶縁膜内のトレンチ内に満たされ、かつ、その表面が平坦化されている。

【0020】

前記キャパシタ絶縁膜は、 Ta_2O_5 で、前記金属材料は、Cuである。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明のMIMキャパシタについて詳細に説明する。

【0022】

図1は、本発明の第1実施の形態に関わるMIMキャパシタの平面図を示している。図2は、図1のII-II線に沿う断面図である。

【0023】

半導体基板（例えば、シリコン基板）11内には、例えば、格子状のトレンチが形成される。このトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料12、例えば、Cu（銅）が満たされる。半導体基板11内のトレンチ内に満たされた金属材料12は、MIMキャパシタの第1電極となる。

【0024】

本例では、MIMキャパシタの第1電極のレイアウトを格子状としているが、これは、ダマシンプロセス（CMPプロセス）においてディッシング現象（トレンチ内の金属材料が皿状に研磨される現象）を防止するためである。よって、ディッシング現象を防止できる構造であれば、トレンチの形状は、格子状に限られず、例えば、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などであってもよい。

【0025】

半導体基板11上には、MIMキャパシタのキャパシタ形成予定領域を除き、窒化シリコン膜（SiN）13が形成される。MIMキャパシタのキャパシタ形成予定領域は、窒化シリコン膜13の壁に取り囲まれた溝となっている。そして、キャパシタ形成予定領域には、窒化タングステン膜（WN）14が形成される。窒化タングステン膜14は、金属材料（例えば、Cu）12の拡散防止膜として機能すると共に、格子状の第1電極上に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。

【0026】

窒化タングステン膜 1 4 上には、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ） 1 5 が形成される。

【 0 0 2 7 】

キャパシタ絶縁膜 1 5 上には、窒化タングステン膜（WN） 1 6 が形成される。窒化タングステン膜 1 6 は、後述する MIM キャパシタの第 2 電極としての金属材料（例えば、Cu）の拡散防止膜として機能すると共に、後述する格子状の第 2 電極下に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。

【 0 0 2 8 】

窒化タングステン膜 1 6 上には、窒化シリコン膜（SiN） 1 7 が形成される。窒化シリコン膜 1 7 は、窒化シリコン膜 1 3 と共に、エッチング時（即ち、トレンチ形成時）のストッパとして機能する（詳細については、製造方法の説明で述べる。）。

【 0 0 2 9 】

窒化シリコン膜 1 3， 1 7 上には、酸化シリコン膜（ SiO_2 ） 1 8 が形成され、酸化シリコン膜 1 8 上には、窒化シリコン膜 1 9 が形成される。窒化シリコン膜 1 9 は、デュアルダマシンプロセスにおけるトレンチ形成時のストッパとして機能する。窒化シリコン膜 1 9 上には、酸化シリコン膜（ SiO_2 ） 2 0 が形成され、酸化シリコン膜 2 0 上には、窒化シリコン膜 2 1 が形成される。窒化シリコン膜 2 1 は、CMP（Chemical Mechanical Polishing）プロセスにおけるストッパとして機能する。

【 0 0 3 0 】

酸化シリコン膜 2 0 内（窒化シリコン膜 1 9 よりも上の部分）には、例えば、格子状トレンチや、配線・パッド部のためのトレンチが形成される。また、酸化シリコン膜 1 8 及び窒化シリコン膜 1 3 には、窒化タングステン膜 1 6 や金属材料（例えば Cu） 1 2 まで達するトレンチ（ヴィアホール（via hole））が形成される。これらトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 2 2 A， 2 2 B、例えば、Cu（銅）が満たされる。トレンチ内に満たされた金属材料 2 2 A は、MIM キャパシタの第 2 電極となる。

【 0 0 3 1 】

本例では、MIMキャパシタの第2電極のレイアウトを格子状としているが、これは、ダマシンプロセス（CMPプロセス）におけるディッシング現象を防止するためである。よって、ディッシング現象を防止できる構造であれば、トレンチの形状は、格子状に限られず、例えば、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などであってもよい。

【0032】

以上のようなデバイス構造によれば、まず、MIMキャパシタの第1及び第2電極がそれぞれ格子状、すのこ状、櫛状などのディッシング現象が発生し難い形状となっている。

【0033】

また、MIMキャパシタの第1及び第2電極が大きな拡散係数を有する金属材料（例えば、Cu）から構成される場合に、第1電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜14）と第2電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜16）を設けている。これら拡散防止膜は、MIMキャパシタのキャパシタ面積を増加させる機能も有する。

【0034】

そして、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）15は、2つの拡散防止膜に挟まれ、大きな拡散係数を有する金属材料（例えば、Cu）に直接接触することがない。

【0035】

従って、MIMキャパシタの電極を構成する大きな拡散係数を有する金属材料により、キャパシタ絶縁膜が汚染されることがなく、リーク電流を低減でき、高性能なMIMキャパシタを提供できる。

【0036】

次に、図1及び図2のMIMキャパシタの製造方法について説明する。

【0037】

まず、図3及び図4に示すように、ダマシンプロセスにより、半導体基板11内にMIMキャパシタの第1電極を形成する。

【0038】

例えば、P E P (Photo Engraving Process) 及び R I E (Reactive Ion Etching) を用いて、半導体基板 1 1 内に格子状トレンチを形成する。また、C V D (Chemical Vapour Deposition) 法を用いて、格子状トレンチを完全に満たす金属材料 (例えば、C u) 1 2 を形成する。この後、C M P (Chemical Mechanical Polishing) 法を用いて、金属材料 1 2 を研磨し、この金属材料 1 2 を格子状トレンチ内のみに残存させれば、M I M キャパシタの第 1 電極が完成する。

【 0 0 3 9 】

なお、トレンチ (第 1 電極) の形状としては、格子状の他、例えば、図 5 に示すようなすのこ状、図 6 及び図 7 に示すような櫛状などであってもよい。

【 0 0 4 0 】

この後、C V D 法を用いて、半導体基板 1 1 上に、M I M キャパシタの第 1 電極を覆う窒化シリコン膜 (拡散防止絶縁膜) 1 3 を形成する。

【 0 0 4 1 】

次に、図 8 及び図 9 に示すように、P E P 及び R I E を用いて、キャパシタ形成予定領域内に存在する窒化シリコン膜 1 3 を除去する。また、スパッタ法を用いて、拡散防止膜としての窒化タングステン膜 (W N) 1 4 を、窒化シリコン膜 1 3 上及びキャパシタ形成予定領域上に形成する。この後、C M P 法を用いて、窒化タングステン膜 1 4 を研磨し、キャパシタ形成予定領域のみに窒化タングステン膜 1 4 を残存させる。

【 0 0 4 2 】

なお、本例では、拡散防止膜 (バリアメタル) として、窒化タングステン膜を使用しているが、金属原子の拡散防止機能を有する膜であれば、窒化タングステン膜以外の膜であってもよい。拡散防止機能を有する導電膜としては、例えば、表 1 に示すような材料が知られている。

【 0 0 4 3 】

【表 1】

	耐拡散温度(℃)	膜厚 (nm)	結晶構造
Ti	450	220	多結晶
TiN	600	50	多結晶
TiSiN	600	30	アモルファス
Ta	500	50	多結晶
TaN	700	8	多結晶
TaC	600	5	アモルファス
TaSiN	900	120	アモルファス
TaCeO ₂	850	10	多結晶
Ir ₄₈ Ta ₅₄	700	30	アモルファス
W	450	100	多結晶
WN	700	120	多結晶
W ₂ N	600	8	アモルファス
W ₆₄ B ₂₀ N ₁₆	800	100	多結晶
W ₂₃ B ₄₉ N ₂₈	700	100	アモルファス
W ₄₇ Si ₉ N ₄₄	700	100	アモルファス

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 0 に示すように、スパッタ法を用いて、窒化シリコン膜 1 3 上及び窒化タングステン膜 1 4 上に、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）1 5 を形成する。続けて、スパッタ法を用いて、キャパシタ絶縁膜 1 5 上に、拡散防止膜（バリアメタル）としての窒化タングステン膜 1 6 を形成する。拡散防止膜としては、窒化タングステン膜の他、上記表 1 に示すような導電膜を用いることができる。

【 0 0 4 5 】

また、CVD法を用いて、窒化タングステン膜 1 6 上に、窒化シリコン膜（拡

散防止絶縁膜) 17を形成する。この後、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜17、窒化タングステン膜16及びキャパシタ絶縁膜15を順次エッチングする。このエッチングは、少なくともキャパシタ形成予定領域内の窒化タングステン膜14上に、キャパシタ絶縁膜15、窒化タングステン膜16及び窒化シリコン膜17が残存するようにして行われる。

【0046】

次に、図11及び図12に示すように、CVD法を用いて、窒化シリコン膜13、17上に、酸化シリコン膜(層間絶縁膜)18を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜18上に、エッチングストッパとしての窒化シリコン膜19を形成する。また、CVD法を用いて、窒化シリコン膜19上に、酸化シリコン膜(配線間絶縁膜)20を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜20上に、CMPのストッパとしての窒化シリコン膜21を形成する。

【0047】

この後、デュアルダマシンプロセスにより、MIMキャパシタの第2電極を形成する。

【0048】

例えば、まず、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜21及び酸化シリコン膜20に、配線溝としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜20のエッチング時、窒化シリコン膜19は、RIEのエッチングストッパとして機能する。このトレンチは、配線・パッド部、キャパシタ電極部を含み、キャパシタ電極部は、例えば、格子状のレイアウトを有する。

【0049】

さらに、続けて、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜19及び酸化シリコン膜18に、ビアホール(via hole)としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜18のエッチング時、窒化シリコン膜13、17は、RIEのエッチングストッパとして機能する。

【0050】

なお、キャパシタ電極部におけるトレンチの形状は、格子状に限られず、例え

ば、図 1 3 に示すように、すのこ状であってもよく、また、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、櫛状であってもよい。

【 0 0 5 1 】

また、トレンチ底部の窒化シリコン膜 1 3、1 7 をエッチングし、金属材料 1 2 の一部及び窒化タングステン膜 1 6 の一部を剥き出しにする。

【 0 0 5 2 】

この後、メッキ法により、トレンチを完全に満たす金属材料（例えば、C u）2 2 A、2 2 B を形成する。なお、金属材料 2 2 A、2 2 B を形成する前に、トレンチ内面に、T a N などのバリアメタルを形成しておいてもよい。

【 0 0 5 3 】

そして、CMP 法を用いて、金属材料 2 2 A、2 2 B を研磨し、金属材料 2 2 A、2 2 B をトレンチ内に残存させる。この時、窒化シリコン膜 2 1 は、CMP のストッパとして機能する。

【 0 0 5 4 】

以上の工程により、図 1 及び図 2 の M I M キャパシタが完成する。

【 0 0 5 5 】

このような製造方法によれば、ダマシンプロセス（CMP プロセス）を採用し、かつ、C u（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を配線材料として用いる場合に、第一に、金属材料（キャパシタ電極）の形状を、例えば、格子状とすることで、ディッシング現象を防止できる。また、第二に、キャパシタ絶縁膜を拡散防止膜により直接挟み込むことで、製造工程中に、金属原子がキャパシタ絶縁膜に拡散することを防止できる。第三に、拡散防止膜を、キャパシタ電極として機能させることにより、ディッシング現象の防止のために金属材料を格子状にしても、キャパシタ面積が小さくなることがない（配線ルールによらず、キャパシタ容量を大きくできる）。第四に、キャパシタのパターニング時に、金属材料（例えば、C u）が露出することがないので、金属原子による汚染をなくすることができる。第五に、キャパシタ構造が平坦であり、高信頼性、高性能を達成できる。

【 0 0 5 6 】

図 1 6 は、本発明の第 2 実施の形態に関わる MIM キャパシタの断面図を示している。

【 0 0 5 7 】

本例のデバイス構造は、図 1 及び図 2 の例と比べると、図 1 及び図 2 の窒化シリコン膜 1 3 を省略した点に特徴を有する。つまり、本例では、窒化シリコン膜 1 7 は、窒化タングステン膜 1 6 上の他、半導体基板 1 1 上及び金属材料 1 2 上にも形成される。

【 0 0 5 8 】

以下、具体的な構造について説明する。

【 0 0 5 9 】

半導体基板（例えば、シリコン基板） 1 1 内には、例えば、格子状のトレンチが形成される。このトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 1 2、例えば、Cu（銅）が満たされる。半導体基板 1 1 内のトレンチ内に満たされた金属材料 1 2 は、MIM キャパシタの第 1 電極となる。

【 0 0 6 0 】

なお、MIM キャパシタの第 1 電極の形状は、格子状、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などに設定される。

【 0 0 6 1 】

MIM キャパシタのキャパシタ形成予定領域には、窒化タングステン膜（WN） 1 4 が形成される。窒化タングステン膜 1 4 は、金属材料（例えば、Cu） 1 2 の拡散防止膜として機能すると共に、格子状の第 1 電極上に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。窒化タングステン膜 1 4 上には、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ） 1 5 が形成される。

【 0 0 6 2 】

キャパシタ絶縁膜 1 5 上には、窒化タングステン膜（WN） 1 6 が形成される。窒化タングステン膜 1 6 は、後述する MIM キャパシタの第 2 電極としての金属材料（例えば、Cu）の拡散防止膜として機能すると共に、後述する格子状の第 2 電極下に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。

【 0 0 6 3 】

半導体基板 1 1 上、金属材料 1 2 上及び窒化タングステン膜 1 6 上には、窒化シリコン膜 (S i N) 1 7 が形成される。窒化シリコン膜 1 7 は、エッチング時 (即ち、トレンチ形成時) のストッパとして機能する (詳細については、製造方法の説明で述べる。) 。

【 0 0 6 4 】

窒化シリコン膜 1 7 上には、酸化シリコン膜 (S i O₂) 1 8 が形成され、酸化シリコン膜 1 8 上には、窒化シリコン膜 1 9 が形成される。窒化シリコン膜 1 9 は、デュアルダマシンプロセスにおけるトレンチ形成時のストッパとして機能する。窒化シリコン膜 1 9 上には、酸化シリコン膜 (S i O₂) 2 0 が形成され、酸化シリコン膜 2 0 上には、窒化シリコン膜 2 1 が形成される。窒化シリコン膜 2 1 は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスにおけるストッパとして機能する。

【 0 0 6 5 】

酸化シリコン膜 2 0 内 (窒化シリコン膜 1 9 よりも上の部分) には、例えば、格子状トレンチや、配線・パッド部のためのトレンチが形成される。また、酸化シリコン膜 1 8 及び窒化シリコン膜 1 7 には、窒化タングステン膜 1 6 や金属材料 (例えば C u) 1 2 まで達するヴィアホール (via hole) としてのトレンチが形成される。これらトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 2 2 A, 2 2 B、例えば、C u (銅) が満たされる。トレンチ内に満たされた金属材料 2 2 A は、MIM キャパシタの第 2 電極となる。

【 0 0 6 6 】

なお、MIM キャパシタの第 2 電極の形状は、格子状、すのこ状 (又は梯子状) 、櫛状などに設定される。

【 0 0 6 7 】

以上のようなデバイス構造によれば、まず、MIM キャパシタの第 1 及び第 2 電極がそれぞれ格子状、すのこ状、櫛状などのディッシング現象が発生し難い形状となっている。

【 0 0 6 8 】

また、MIM キャパシタの第 1 及び第 2 電極が大きな拡散係数を有する金属材

料（例えば、Cu）から構成される場合に、第1電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜14）と第2電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜16）を設けている。これら拡散防止膜は、MIMキャパシタのキャパシタ面積を増加させる機能も有する。

【0069】

そして、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）15は、2つの拡散防止膜に挟まれ、大きな拡散係数を有する金属材料（例えば、Cu）に直接接触することがない。

【0070】

従って、MIMキャパシタの電極を構成する大きな拡散係数を有する金属材料により、キャパシタ絶縁膜が汚染されることがなく、リーク電流を低減でき、高性能なMIMキャパシタを提供できる。

【0071】

また、本例では、酸化シリコン膜18にトレンチ（ヴィアホール）を形成するときのエッチングストッパとして、窒化シリコン膜17のみを用い、図1及び図2のデバイスに示されるような窒化シリコン膜13を省略している。このため、本例では、図1及び図2の例に比べて、①窒化シリコン膜13を加工する工程、及び、窒化タングステン膜14を窒化シリコン膜13の溝に埋め込む工程（CMP）を省略でき、PEP数の削減、コストの低下などを図ることができる。

【0072】

次に、図16のMIMキャパシタの製造方法について説明する。

【0073】

まず、図17に示すように、ダマシンプロセスにより、半導体基板11内にMIMキャパシタの第1電極を形成する。

【0074】

例えば、PEP及びRIEを用いて、半導体基板11内に格子状のトレンチを形成する。また、CVD法を用いて、格子状のトレンチを完全に満たす金属材料（例えば、Cu）12を形成する。この後、CMP法を用いて、金属材料12を研磨し、この金属材料12を格子状のトレンチ内のみに残存させれば、MIMキ

ャパシタの第1電極が完成する。

【0075】

なお、トレンチ（第1電極）の形状としては、図3に示すような格子状の他、例えば、すのこ状（図5）、櫛状（図6及び図7）などであってもよい。

【0076】

また、スパッタ法を用いて、拡散防止膜としての窒化タングステン膜（WN）14を、半導体基板11上及び金属材料12上に形成する。なお、本例では、拡散防止膜（バリアメタル）として、窒化タングステン膜を使用しているが、金属原子の拡散防止機能を有する膜であれば、窒化タングステン膜以外の膜であってもよい（表1参照）。

【0077】

また、スパッタ法を用いて、窒化タングステン膜14上に、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）15を形成する。続けて、スパッタ法を用いて、キャパシタ絶縁膜15上に、拡散防止膜（バリアメタル）としての窒化タングステン膜16を形成する。

【0078】

次に、図18に示すように、PEP及びRIEを用いて、窒化タングステン膜16、キャパシタ絶縁膜15及び窒化タングステン膜14を順次エッチングする。そして、キャパシタ形成予定領域のみに、窒化タングステン膜14、キャパシタ絶縁膜15及び窒化タングステン膜16を残存させる。

【0079】

次に、図19に示すように、CVD法を用いて、半導体基板11上、金属材料12上及び窒化タングステン膜16上に、窒化シリコン膜（拡散防止絶縁膜）17を形成する。窒化シリコン膜17は、後述するヴィアホールとしてのトレンチ形成時のストッパとして機能する。

【0080】

次に、図20に示すように、CVD法を用いて、窒化シリコン膜17上に、酸化シリコン膜（層間絶縁膜）18を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜18上に、エッチングストッパとしての窒化シリコン膜19を形成す

る。また、CVD法を用いて、窒化シリコン膜 1 9 上に、酸化シリコン膜（配線間絶縁膜） 2 0 を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜 2 0 上に、CMPのストッパとしての窒化シリコン膜 2 1 を形成する。

【 0 0 8 1 】

この後、デュアルダマシンプロセスにより、MIMキャパシタの第 2 電極を形成する。

【 0 0 8 2 】

例えば、まず、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜 2 1 及び酸化シリコン膜 2 0 に、配線溝としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜 2 0 のエッチング時、窒化シリコン膜 1 9 は、RIEのエッチングストッパとして機能する。このトレンチは、配線・パッド部、キャパシタ電極部を含み、キャパシタ電極部は、例えば、格子状のレイアウトを有する。

【 0 0 8 3 】

さらに、続けて、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜 1 9 及び酸化シリコン膜 1 8 に、ビアホール（via hole）としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜 1 8 のエッチング時、窒化シリコン膜 1 7 は、RIEのエッチングストッパとして機能する。

【 0 0 8 4 】

なお、キャパシタ電極部におけるトレンチの形状は、格子状に限られず、例えば、図 1 3 に示すように、すのこ状であってもよく、また、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、櫛状であってもよい。

【 0 0 8 5 】

また、トレンチ底部の窒化シリコン膜 1 7 をエッチングし、金属材料 1 2 の一部及び窒化タングステン膜 1 6 の一部を剥き出しにする。

【 0 0 8 6 】

この後、メッキ法により、トレンチを完全に満たす金属材料（例えば、Cu）2 2 A，2 2 B を形成する。なお、金属材料 2 2 A，2 2 B を形成する前に、トレンチ内面に、Ta N などのバリアメタルを形成しておいてもよい。

【 0 0 8 7 】

そして、CMP法を用いて、金属材料 2 2 A, 2 2 B を研磨し、金属材料 2 2 A, 2 2 B をトレンチ内のみに残存させる。この時、窒化シリコン膜 2 1 は、CMP のストップとして機能する。

【 0 0 8 8 】

以上の工程により、図 1 6 の M I M キャパシタが完成する。

【 0 0 8 9 】

このような製造方法によれば、ダマシンプロセス（CMPプロセス）を採用し、かつ、Cu（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を配線材料として用いる場合に、第一に、金属材料（キャパシタ電極）の形状を、例えば、格子状とすることで、ディッシング現象を防止できる。また、第二に、キャパシタ絶縁膜を直接挟み込む拡散防止膜を設けることで、製造工程中に、金属原子がキャパシタ絶縁膜に拡散することを防止できる。第三に、拡散防止膜を、キャパシタ電極として機能させることにより、ディッシング現象の防止のために金属材料を格子状にしても、キャパシタ面積が小さくなることがない（配線ルールによらず、キャパシタ容量を大きくできる）。第四に、ビアホールとしてのトレンチを形成するときのストップとして 1 つの窒化シリコン膜のみを使用しているため、工程数（PEP 数）が減り、コストの低減に貢献できる。

【 0 0 9 0 】

図 2 1 は、本発明の第 3 実施の形態に関わる M I M キャパシタの断面図を示している。

【 0 0 9 1 】

本例のデバイス構造は、図 1 及び図 2 の例と比べると、拡散防止膜としての窒化タングステン膜 1 4 のレイアウトに特徴がある。即ち、本例では、拡散防止膜としての窒化タングステン膜 1 4 のエッチングを、窒化シリコン膜 1 7、窒化タングステン膜 1 6 及びキャパシタ絶縁膜 1 5 のエッチングに続けて行っている。また、本例のデバイス構造では、窒化タングステン膜 1 4、1 6 及びキャパシタ絶縁膜 1 5 の端部が窒化シリコン膜 1 3 にオーバーラップするようなレイアウトを有している。

【 0 0 9 2 】

従って、本例では、図 1 及び図 2 の例に示す窒化シリコン膜 1 3 の溝内に窒化タングステン膜 1 4 を満たす工程 (CMP) が不要となる。

【0 0 9 3】

以下、具体的なデバイス構造について説明する。

【0 0 9 4】

半導体基板 (例えば、シリコン基板) 1 1 内には、例えば、格子状のトレンチが形成される。このトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 1 2、例えば、Cu (銅) が満たされる。半導体基板 1 1 内のトレンチ内に満たされた金属材料 1 2 は、MIM キャパシタの第 1 電極となる。

【0 0 9 5】

MIM キャパシタの第 1 電極の形状としては、例えば、格子状、すのこ状 (又は梯子状)、櫛状などに設定される。

【0 0 9 6】

半導体基板 1 1 上には、MIM キャパシタのキャパシタ形成予定領域を除き、窒化シリコン膜 (SiN) 1 3 が形成される。MIM キャパシタのキャパシタ形成予定領域は、窒化シリコン膜 1 3 の壁に取り囲まれた溝となっている。キャパシタ形成予定領域には、窒化タングステン膜 (WN) 1 4 が形成される。窒化タングステン膜 1 4 の端部は、窒化シリコン膜 1 3 にオーバーラップしている。

【0 0 9 7】

窒化タングステン膜 1 4 は、金属材料 (例えば、Cu) 1 2 の拡散防止膜として機能すると共に、格子状の第 1 電極上に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。窒化タングステン膜 1 4 上には、キャパシタ絶縁膜 (例えば、Ta₂O₅) 1 5 が形成される。

【0 0 9 8】

キャパシタ絶縁膜 1 5 上には、窒化タングステン膜 (WN) 1 6 が形成される。窒化タングステン膜 1 6 は、後述する MIM キャパシタの第 2 電極としての金属材料 (例えば、Cu) の拡散防止膜として機能すると共に、後述する格子状の第 2 電極下に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。

【0 0 9 9】

窒化タングステン膜 1 6 上には、窒化シリコン膜 (SiN) 1 7 が形成される。窒化シリコン膜 1 7 は、窒化シリコン膜 1 3 と共に、エッチング時（即ち、トレンチ形成時）のストッパとして機能する（詳細については、製造方法の説明で述べる。）。

【0 1 0 0】

窒化シリコン膜 1 3, 1 7 上には、酸化シリコン膜 (SiO_2) 1 8 が形成され、酸化シリコン膜 1 8 上には、窒化シリコン膜 1 9 が形成される。窒化シリコン膜 1 9 は、デュアルダマシンプロセスにおけるトレンチ形成時のストッパとして機能する。窒化シリコン膜 1 9 上には、酸化シリコン膜 (SiO_2) 2 0 が形成され、酸化シリコン膜 2 0 上には、窒化シリコン膜 2 1 が形成される。窒化シリコン膜 2 1 は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスにおけるストッパとして機能する。

【0 1 0 1】

酸化シリコン膜 2 0 内（窒化シリコン膜 1 9 よりも上の部分）には、例えば、格子状トレンチや、配線・パッド部のためのトレンチなどが形成される。また、酸化シリコン膜 1 8 及び窒化シリコン膜 1 3 には、窒化タングステン膜 1 6 や金属材料（例えば Cu ）1 2 まで達するヴィアホールとしてのトレンチが形成される。これらトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 2 2 A, 2 2 B、例えば、 Cu （銅）が満たされる。トレンチ内に満たされた金属材料 2 2 A は、MIM キャパシタの第 2 電極となる。

【0 1 0 2】

MIM キャパシタの第 2 電極の形状としては、例えば、図 2 7 に示すような形状とすることができる。但し、MIM キャパシタの第 2 電極に関しては、ダマシンプロセス（CMP プロセス）におけるディッシング現象を防止できれば、どのような形状であってもよい。

【0 1 0 3】

以上のような構造によれば、まず、MIM キャパシタの第 1 及び第 2 電極がそれぞれ格子状、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などのディッシング現象が発生し難い形状となっている。

【0104】

また、MIMキャパシタの第1及び第2電極が大きな拡散係数を有する金属材料（例えば、Cu）から構成される場合に、第1電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜14）と第2電極に接触する板状の拡散防止膜（例えば、窒化タングステン膜16）を設けている。これら拡散防止膜は、MIMキャパシタのキャパシタ面積を増加させる機能も有する。

【0105】

そして、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）15は、2つの拡散防止膜に挟まれ、大きな拡散係数を有する金属材料（例えば、Cu）に直接接触することがない。

【0106】

従って、MIMキャパシタの電極を構成する大きな拡散係数を有する金属材料により、キャパシタ絶縁膜が汚染されることがなく、リーク電流を低減でき、高性能なMIMキャパシタを提供できる。

【0107】

次に、図21のMIMキャパシタの製造方法について説明する。

【0108】

まず、図22に示すように、ダマシンプロセスにより、半導体基板11内にMIMキャパシタの第1電極を形成する。

【0109】

例えば、PEP（Photo Engraving Process）及びRIE（Reactive Ion Etching）を用いて、半導体基板11内に格子状のトレンチを形成する。また、CVD法を用いて、格子状のトレンチを完全に満たす金属材料（例えば、Cu）12を形成する。この後、CMP法を用いて、金属材料12を研磨し、この金属材料12を格子状のトレンチ内のみに残存させれば、MIMキャパシタの第1電極が完成する。

【0110】

なお、トレンチ（第1電極）の形状は、格子状（図3）、すのこ状（図5）、櫛状（図6及び図7）などに設定される。

【0 1 1 1】

この後、CVD法を用いて、半導体基板 1 1 上に、MIMキャパシタの第 1 電極を覆う窒化シリコン膜（拡散防止絶縁膜）1 3 を形成する。

【0 1 1 2】

次に、図 2 3 に示すように、PEP 及び RIE を用いて、キャパシタ形成予定領域内に存在する窒化シリコン膜 1 3 を除去する。

【0 1 1 3】

次に、図 2 4 に示すように、スパッタ法を用いて、拡散防止膜（バリアメタル）としての窒化タングステン膜（WN）1 4 を、窒化シリコン膜 1 3 上及びキャパシタ形成予定領域上に形成する。また、スパッタ法を用いて、窒化タングステン膜 1 4 上に、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）1 5 を形成する。続けて、スパッタ法を用いて、キャパシタ絶縁膜 1 5 上に、拡散防止膜（バリアメタル）としての窒化タングステン膜 1 6 を形成する。

【0 1 1 4】

また、CVD法を用いて、窒化タングステン膜 1 6 上に、窒化シリコン膜 1 7 を形成する。この後、PEP 及び RIE を用いて、窒化シリコン膜 1 7、窒化タングステン膜 1 6、キャパシタ絶縁膜 1 5 及び窒化タングステン膜 1 4 を順次エッチングする。このエッチングは、少なくともキャパシタ形成予定領域に、窒化タングステン膜 1 4、キャパシタ絶縁膜 1 5、窒化タングステン膜 1 6 及び窒化シリコン膜 1 7 が残存するように行われる。

【0 1 1 5】

次に、図 2 6 に示すように、CVD法を用いて、窒化シリコン膜 1 3、1 7 上に、酸化シリコン膜（層間絶縁膜）1 8 を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜 1 8 上に、エッチングストッパとしての窒化シリコン膜 1 9 を形成する。また、CVD法を用いて、窒化シリコン膜 1 9 上に、酸化シリコン膜（配線間絶縁膜）2 0 を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜 2 0 上に、CMPのストッパとしての窒化シリコン膜 2 1 を形成する。

【0 1 1 6】

この後、デュアルダマシンプロセスにより、MIMキャパシタの第 2 電極を形

成する。

【0117】

例えば、まず、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜21及び酸化シリコン膜20に、配線溝としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜20のエッチング時、窒化シリコン膜19は、RIEのエッチングストップパとして機能する。このトレンチは、配線・パッド部、キャパシタ電極部を含み、キャパシタ電極部は、例えば、格子状のレイアウトを有する。

【0118】

さらに、続けて、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜19及び酸化シリコン膜18に、ヴィアホール (via hole) としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜18のエッチング時、窒化シリコン膜13, 17は、RIEのエッチングストップパとして機能する。

【0119】

なお、キャパシタ電極部におけるトレンチの形状は、格子状に限られず、例えば、図13に示すように、すのこ状 (又は梯子状) であってもよく、また、図14及び図15に示すように、櫛状であってもよい。

【0120】

また、トレンチ底部の窒化シリコン膜13, 17をエッチングし、金属材料12の一部及び窒化タングステン膜16の一部を剥き出しにする。

【0121】

この後、メッキ法により、トレンチを完全に満たす金属材料 (例えば、Cu) 22A, 22Bを形成する。なお、金属材料22A, 22Bを形成する前に、トレンチ内面に、Ta₂Nなどのバリアメタルを形成しておいてもよい。

【0122】

そして、CMP法を用いて、金属材料22A, 22Bを研磨し、金属材料22A, 22Bをトレンチ内に残存させる。この時、窒化シリコン膜21は、CMPのストップパとして機能する。

【0123】

以上の工程により、図1及び図2のMIMキャパシタが完成する。

【0 1 2 4】

このような製造方法によれば、ダマシンプロセス（CMPプロセス）を採用し、かつ、Cu（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を配線材料として用いる場合に、第一に、金属材料（キャパシタ電極）の形状を、例えば、格子状とすることで、ディッシング現象を防止できる。また、第二に、キャパシタ絶縁膜を直接挟み込む拡散防止膜を設けることで、製造工程中に、金属原子がキャパシタ絶縁膜に拡散することを防止できる。第三に、拡散防止膜を、キャパシタ電極として機能させることにより、ディッシング現象の防止のために金属材料を格子状にしても、キャパシタ面積が小さくなることがない（配線ルールによらず、キャパシタ容量を大きくできる）。第四に、窒化タングステン膜 1 4 を、窒化シリコン膜 1 7、窒化タングステン膜 1 6 及びキャパシタ絶縁膜 1 5 と共に、RIEにより加工しているため、製造工程が簡略化される。第五に、キャパシタのパターニング時に、金属材料（例えば、Cu）が露出することがないので、金属原子による汚染をなくすことができる。

【0 1 2 5】

図 2 8 は、本発明の第 4 実施の形態に関わる MIM キャパシタの断面図を示している。

【0 1 2 6】

本例のデバイス構造は、図 2 1 の例と比べると、窒化タングステン膜 1 4、キャパシタ絶縁膜 1 5、窒化タングステン膜 1 6 及び窒化シリコン膜 1 7 が、それぞれ窒化シリコン膜 1 3 の溝内に収まっている点にある。

【0 1 2 7】

以下、具体的なデバイス構造について説明する。

【0 1 2 8】

半導体基板（例えば、シリコン基板）1 1 内には、例えば、格子状のトレンチが形成される。このトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 1 2、例えば、Cu（銅）が満たされる。半導体基板 1 1 内のトレンチ内に満たされた金属材料 1 2 は、MIM キャパシタの第 1 電極となる。

【0 1 2 9】

MIMキャパシタの第1電極の形状としては、例えば、格子状、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などに設定される。

【0130】

半導体基板11上には、MIMキャパシタのキャパシタ形成予定領域を除き、窒化シリコン膜（SiN）13が形成される。このキャパシタ形成予定領域は、窒化シリコン膜13の壁に取り囲まれた溝となっている。キャパシタ形成予定領域には、窒化タングステン膜（WN）14が形成される。窒化タングステン膜14は、キャパシタ形成予定領域内に完全に収まっている。

【0131】

窒化タングステン膜14は、金属材料（例えば、Cu）12の拡散防止膜として機能すると共に、格子状の第1電極上に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。窒化タングステン膜14上には、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ）15が形成される。

【0132】

キャパシタ絶縁膜15上には、窒化タングステン膜（WN）16が形成される。窒化タングステン膜16は、後述するMIMキャパシタの第2電極としての金属材料（例えば、Cu）の拡散防止膜として機能すると共に、後述する格子状の第2電極下に配置されることによりキャパシタ面積を増加させる機能を有する。

【0133】

窒化タングステン膜16上には、窒化シリコン膜（SiN）17が形成される。窒化シリコン膜17は、窒化シリコン膜13と共に、エッチング時（即ち、トレンチ形成時）のストッパとして機能する（詳細については、製造方法の説明で述べる。）。

【0134】

なお、窒化タングステン膜14、16及びキャパシタ絶縁膜15は、同じパターンを有している。

【0135】

窒化シリコン膜13、17上には、酸化シリコン膜（ SiO_2 ）18が形成され、酸化シリコン膜18上には、窒化シリコン膜19が形成される。窒化シリコ

ン膜 1 9 は、デュアルダマシンプロセスにおけるトレンチ形成時のストッパとして機能する。窒化シリコン膜 1 9 上には、酸化シリコン膜 (SiO_2) 2 0 が形成され、酸化シリコン膜 2 0 上には、窒化シリコン膜 2 1 が形成される。窒化シリコン膜 2 1 は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスにおけるストッパとして機能する。

【 0 1 3 6 】

酸化シリコン膜 2 0 内 (窒化シリコン膜 1 9 よりも上の部分) には、例えば、格子状トレンチや、配線・パッド部のためのトレンチが形成される。また、酸化シリコン膜 1 8 及び窒化シリコン膜 1 3 には、窒化タングステン膜 1 6 や金属材料 (例えば Cu) 1 2 まで達するヴィアホールとしてのトレンチが形成される。これらトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 2 2 A, 2 2 B、例えば、Cu (銅) が満たされる。トレンチ内に満たされた金属材料 2 2 A は、MIM キャパシタの第 2 電極となる。

【 0 1 3 7 】

以上のような構造によれば、まず、MIM キャパシタの第 1 及び第 2 電極がそれぞれ格子状、すのこ状 (又は梯子状)、櫛状などのディッシング現象が発生し難い形状となっている。

【 0 1 3 8 】

また、MIM キャパシタの第 1 及び第 2 電極が大きな拡散係数を有する金属材料 (例えば、Cu) から構成される場合に、第 1 電極に接触する板状の拡散防止膜 (例えば、窒化タングステン膜 1 4) と第 2 電極に接触する板状の拡散防止膜 (例えば、窒化タングステン膜 1 6) を設けている。これら拡散防止膜は、MIM キャパシタのキャパシタ面積を増加させる機能も有する。

【 0 1 3 9 】

そして、キャパシタ絶縁膜 (例えば、 Ta_2O_5) 1 5 は、2 つの拡散防止膜に挟まれ、大きな拡散係数を有する金属材料 (例えば、Cu) に直接接触することがない。

【 0 1 4 0 】

従って、MIM キャパシタの電極を構成する大きな拡散係数を有する金属材料

により、キャパシタ絶縁膜が汚染されることがなく、リーク電流を低減でき、高性能なMIMキャパシタを提供できる。

【0 1 4 1】

次に、図 2 8 の M I M キャパシタの製造方法について説明する。

【0 1 4 2】

まず、図 2 9 に示すように、ダマシンプロセスにより、半導体基板 1 1 内に M I M キャパシタの第 1 電極を形成する。

【0 1 4 3】

例えば、P E P (Photo Engraving Process) 及び R I E (Reactive Ion Etching) を用いて、半導体基板 1 1 内に格子状のトレンチを形成する。また、C V D 法を用いて、格子状のトレンチを完全に満たす金属材料（例えば、C u）1 2 を形成する。この後、C M P 法を用いて、金属材料 1 2 を研磨し、この金属材料 1 2 を格子状のトレンチ内のみに残存させれば、M I M キャパシタの第 1 電極が完成する。

【0 1 4 4】

なお、トレンチ（第 1 電極）の形状は、格子状（図 3）、すのこ状（図 5）、櫛状（図 6 及び図 7）などに設定される。

【0 1 4 5】

この後、C V D 法を用いて、半導体基板 1 1 上に、M I M キャパシタの第 1 電極を覆う窒化シリコン膜（拡散防止絶縁膜）1 3 を形成する。

【0 1 4 6】

次に、図 3 0 に示すように、P E P 及び R I E を用いて、キャパシタ形成予定領域内に存在する窒化シリコン膜 1 3 を除去する。

【0 1 4 7】

次に、図 3 1 に示すように、スパッタ法を用いて、拡散防止膜（バリアメタル）としての窒化タングステン膜（W N）1 4 を、窒化シリコン膜 1 3 上及びキャパシタ形成予定領域上に形成する。また、スパッタ法を用いて、窒化タングステン膜 1 4 上に、キャパシタ絶縁膜（例えば、T a ₂ O ₅）1 5 を形成する。続けて、スパッタ法を用いて、キャパシタ絶縁膜 1 5 上に、拡散防止膜（バリアメタ

ル)としての窒化タングステン膜16を形成する。また、CVD法を用いて、窒化タングステン膜16上に、窒化シリコン膜(拡散防止絶縁膜)17を形成する。

【0148】

次に、図32に示すように、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜17、窒化タングステン膜16、キャパシタ絶縁膜15及び窒化タングステン膜14を順次エッチングする。このエッチングは、キャパシタ形成予定領域内に、窒化タングステン膜14、キャパシタ絶縁膜15、窒化タングステン膜16及び窒化シリコン膜17が残存するように行われる。

【0149】

本例では、窒化タングステン膜14、キャパシタ絶縁膜15、窒化タングステン膜16及び窒化シリコン膜17は、キャパシタ形成予定領域内、即ち、窒化シリコン膜13の溝内に完全に収まっている。

【0150】

次に、図33に示すように、CVD法を用いて、窒化シリコン膜13、17上に、酸化シリコン膜(層間絶縁膜)18を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜18上に、エッチングストップとしての窒化シリコン膜19を形成する。また、CVD法を用いて、窒化シリコン膜19上に、酸化シリコン膜(配線間絶縁膜)20を形成する。続けて、CVD法を用いて、酸化シリコン膜20上に、CMPのストップとしての窒化シリコン膜21を形成する。

【0151】

この後、デュアルダマシンプロセスにより、MIMキャパシタの第2電極を形成する。

【0152】

例えば、まず、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜21及び酸化シリコン膜20に、配線溝としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜20のエッチング時、窒化シリコン膜19は、RIEのエッチングストップとして機能する。このトレンチは、配線・パッド部、キャパシタ電極部を含み、キャパシタ電極部は、例えば、格子状のレイアウトを有する。

【0 1 5 3】

さらに、続けて、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜19及び酸化シリコン膜18に、ヴィアホール (via hole) としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜18のエッチング時、窒化シリコン膜13, 17は、RIEのエッチングストップパとして機能する。

【0 1 5 4】

なお、キャパシタ電極部におけるトレンチの形状は、格子状に限られず、例えば、図13に示すように、すのこ状（又は梯子状）であってもよく、また、図14及び図15に示すように、櫛状であってもよい。

【0 1 5 5】

また、トレンチ底部の窒化シリコン膜13, 17をエッチングし、金属材料12の一部及び窒化タングステン膜16の一部を剥き出しにする。

【0 1 5 6】

この後、メッキ法により、トレンチを完全に満たす金属材料（例えば、Cu）22A, 22Bを形成する。なお、金属材料22A, 22Bを形成する前に、トレンチ内面に、Ta₂Nなどのバリアメタルを形成しておいてもよい。

【0 1 5 7】

そして、CMP法を用いて、金属材料22A, 22Bを研磨し、金属材料22A, 22Bをトレンチ内に残存させる。この時、窒化シリコン膜21は、CMPのストップパとして機能する。

【0 1 5 8】

以上の工程により、図28のMIMキャパシタが完成する。

【0 1 5 9】

このような製造方法によれば、ダマシンプロセス（CMPプロセス）を採用し、かつ、Cu（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を配線材料として用いる場合に、第一に、金属材料（キャパシタ電極）の形状を、例えば、格子状とすることで、ディッシング現象を防止できる。また、第二に、キャパシタ絶縁膜を直接挟み込む拡散防止膜を設けることで、製造工程中に、金属原子がキャパシタ絶縁膜に拡散することを防止できる。第三に、拡散防止膜を、キャパシタ電



極として機能させることにより、ディッシング現象の防止のために金属材料を格子状にしても、キャパシタ面積が小さくならない（配線ルールによらず、キャパシタ容量を大きくできる）。第四に、窒化タングステン膜 1 4 を、窒化シリコン膜 1 7、窒化タングステン膜 1 6 及びキャパシタ絶縁膜 1 5 と共に、R I E により加工しているため、製造工程が簡略化される。

【 0 1 6 0 】

図 3 4 は、本発明の第 5 実施の形態に関わる M I M キャパシタの断面図を示している。

【 0 1 6 1 】

本例のデバイス構造は、上述してきた第 1 乃至第 4 実施の形態とは異なり、拡散防止膜を用いることなく、キャパシタ絶縁膜自体に拡散防止機能を持たせる点に特徴を有する。

【 0 1 6 2 】

以下、具体的なデバイス構造について説明する。

【 0 1 6 3 】

半導体基板（例えば、シリコン基板） 1 1 内には、トレンチが形成される。このトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 1 2、例えば、Cu（銅）が満たされる。半導体基板 1 1 内のトレンチ内に満たされた金属材料 1 2 は、M I M キャパシタの第 1 電極となる。

【 0 1 6 4 】

キャパシタ形成予定領域に形成された金属材料 1 2 の形状は、板状になっており、その他の領域に形成された金属材料は、例えば、格子状、すのこ状（又は梯子状）、櫛状などに設定される。

【 0 1 6 5 】

半導体基板 1 1 上には、キャパシタ絶縁膜（例えば、 Ta_2O_5 ） 1 5 が形成される。本例では、キャパシタ絶縁膜 1 5 は、金属原子（例えば、Cu）の拡散防止機能を有する材料から構成される。また、後述する層間絶縁膜（窒化シリコン膜 1 7、酸化シリコン膜 1 8、2 0 など）に対してエッチング選択比を有する材料から構成される。

【0 1 6 6】

キャパシタ絶縁膜 1 5 上には、窒化シリコン膜 (S i N) 1 7 が形成される。窒化シリコン膜 1 7 は、エッチング時 (即ち、トレンチ形成時) のストッパとして機能する (詳細については、製造方法の説明で述べる。) 。

【0 1 6 7】

窒化シリコン膜 1 7 上には、酸化シリコン膜 (S i O₂) 1 8 が形成され、酸化シリコン膜 1 8 上には、窒化シリコン膜 1 9 が形成される。窒化シリコン膜 1 9 は、デュアルダマシンプロセスにおける溝形成時のストッパとして機能する。窒化シリコン膜 1 9 上には、酸化シリコン膜 (S i O₂) 2 0 が形成され、酸化シリコン膜 2 0 上には、窒化シリコン膜 2 1 が形成される。窒化シリコン膜 2 1 は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスにおけるストッパとして機能する。

【0 1 6 8】

酸化シリコン膜 2 0 内 (窒化シリコン膜 1 9 よりも上の部分) には、配線溝としてのトレンチが形成される。また、酸化シリコン膜 1 8 及び窒化シリコン膜 1 7 には、キャパシタ絶縁膜 1 5 や金属材料 (例えば C u) 1 2 まで達するヴィアホールとしてのトレンチが形成される。これらトレンチ内には、低抵抗で、大きな拡散係数を有する金属材料 2 2 A, 2 2 B、例えば、C u (銅) が満たされる。トレンチ内に満たされた金属材料のうち、キャパシタ形成予定領域内の M I M キャパシタの第 2 電極となる金属材料 2 2 A の形状は、板状となっている。

【0 1 6 9】

以上のような構造によれば、M I M キャパシタの第 1 及び第 2 電極が大きな拡散係数を有する金属材料 (例えば、C u) から構成される場合でも、キャパシタ絶縁膜 1 5 自体が拡散防止機能を有するため、キャパシタ絶縁膜が汚染されることがなく、リーク電流を低減でき、高性能な M I M キャパシタを提供できる。

【0 1 7 0】

次に、図 3 4 の M I M キャパシタの製造方法について説明する。

【0 1 7 1】

まず、図 3 5 及び図 3 6 に示すように、ダマシンプロセスにより、半導体基板

1 1 内に M I M キャパシタの第 1 電極を形成する。

【 0 1 7 2 】

例えば、P E P (Photo Engraving Process) 及び R I E (Reactive Ion Etching) を用いて、半導体基板 1 1 内にトレンチを形成する。また、C V D 法を用いて、トレンチを完全に満たす金属材料（例えば、C u）1 2 を形成する。この後、C M P 法を用いて、金属材料 1 2 を研磨し、この金属材料 1 2 をトレンチ内のみに残存させれば、M I M キャパシタの第 1 電極が完成する。

【 0 1 7 3 】

この後、スパッタ法を用いて、半導体基板 1 1 上に、M I M キャパシタのキャパシタ絶縁膜（例えば、T a ₂ O ₅）1 5 を形成する。また、C V D 法を用いて、キャパシタ絶縁膜 1 5 上に、窒化シリコン膜 1 7 を形成する。

【 0 1 7 4 】

次に、図 3 7 に示すように、C V D 法を用いて、窒化シリコン膜 1 7 上に、酸化シリコン膜（層間絶縁膜）1 8 を形成する。

【 0 1 7 5 】

次に、図 3 8 に示すように、C V D 法を用いて、酸化シリコン膜 1 8 上に、エッチングストッパとしての窒化シリコン膜 1 9 を形成する。C V D 法を用いて、窒化シリコン膜 1 9 上に、酸化シリコン膜（配線間絶縁膜）2 0 を形成する。続けて、C V D 法を用いて、酸化シリコン膜 2 0 上に、C M P のストッパとしての窒化シリコン膜 2 1 を形成する。

【 0 1 7 6 】

そして、この後、デュアルダマシンプロセスにより、M I M キャパシタの第 2 電極を形成する。

【 0 1 7 7 】

例えば、まず、P E P 及び R I E を用いて、窒化シリコン膜 2 1 及び酸化シリコン膜 2 0 に、配線溝としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜 2 0 のエッチング時、窒化シリコン膜 1 9 は、R I E のエッチングストッパとして機能する。このトレンチは、配線・パッド部、キャパシタ電極部を含み、キャパシタ電極部は、例えば、板状となる。

【0178】

さらに、続けて、PEP及びRIEを用いて、窒化シリコン膜19及び酸化シリコン膜18に、ビアホール (via hole) としてのトレンチを形成する。酸化シリコン膜18のエッチング時、窒化シリコン膜17は、RIEのエッチングストップパとして機能する。

【0179】

また、トレンチ底部の窒化シリコン膜17をエッチングし、キャパシタ絶縁膜15を露出させる。さらに、トレンチ底部に露出したキャパシタ絶縁膜15のうち、キャパシタ形成予定領域のキャパシタ絶縁膜15を残し、その他の部分のキャパシタ絶縁膜15を選択的に除去する。

【0180】

その結果、キャパシタ形成予定領域では、キャパシタ絶縁膜15が露出し、その他の領域では、金属材料12の一部が剥き出しになる。

【0181】

この後、メッキ法により、トレンチを完全に満たす金属材料（例えば、Cu）22A、22Bを形成する。なお、金属材料22A、22Bを形成する前に、トレンチ内面に、Ta₂Nなどのバリアメタルを形成しておいてもよい。

【0182】

次に、図39に示すように、CMP法を用いて、金属材料22A、22Bを研磨し、金属材料22A、22Bをトレンチ内に残存させる。この時、窒化シリコン膜21は、CMPのストップパとして機能する。なお、MIMキャパシタの第2電極の形状の一例としては、例えば図40に示すようなものが考えられる。

【0183】

以上の工程により、図34のMIMキャパシタが完成する。

【0184】

このような製造方法によれば、ダマシンプロセス（CMPプロセス）とCu（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を用いる場合に、キャパシタ絶縁膜15自体が拡散防止機能を有しているため、キャパシタ絶縁膜15の汚染（リーク電流）を有効に防止できる。また、キャパシタ形成予定領域では、電極が板

状になっているため、キャパシタ面積の増大（大きなキャパシタ容量）を確保できる。また、キャパシタ形成予定領域以外の領域では、電極が格子状、すのこ状、櫛状などになっているため、ディッシング現象を防止できる。さらに、キャパシタ絶縁膜 15 を、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜に対してエッチング選択比を有するものから構成することで、製造工程が簡略化される。

【0185】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明によれば、ダマシンプロセス（CMPプロセス）を採用し、かつ、Cu（銅）のような大きな拡散係数を有する金属材料を配線材料として用いる場合に、金属材料（キャパシタ電極）の形状を、例えば、格子状とすることで、ディッシング現象を防止できる。また、キャパシタ絶縁膜を直接挟み込む拡散防止膜を設けるか又はキャパシタ絶縁膜自体に拡散防止機能を持たせることで、製造工程中に、金属原子がキャパシタ絶縁膜に拡散することを防止できる。また、拡散防止膜を、キャパシタ電極として機能させれば、例えば、ディッシング現象の防止のために金属材料を格子状にしても、キャパシタ面積が小さくなることがない（配線ルールによらず、キャパシタ容量を大きくできる）。また、キャパシタのパターニング時に、金属材料（例えば、Cu）が露出することがないので、金属原子による汚染をなくすることができる。また、キャパシタ構造が平坦であり、高信頼性を得るのに有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施の形態であるMIMキャパシタを示す平面図。

【図2】

図1のII-II線に沿う断面図。

【図3】

図1及び図2のデバイスの製造方法の一工程を示す平面図。

【図4】

図3のIV-IV線に沿う断面図。

【図5】

キャパシタの第 1 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 6】

キャパシタの第 1 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 7】

キャパシタの第 1 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 8】

図 1 及び図 2 のデバイスの製造方法の一工程を示す平面図。

【図 9】

図 8 の I X - I X 線に沿う断面図。

【図 1 0】

図 1 及び図 2 のデバイスの製造方法の一工程を示す平面図。

【図 1 1】

図 1 及び図 2 のデバイスの製造方法の一工程を示す平面図。

【図 1 2】

図 1 1 の X I I - X I I 線に沿う断面図。

【図 1 3】

キャパシタの第 2 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 1 4】

キャパシタの第 2 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 1 5】

キャパシタの第 2 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 1 6】

本発明の第 2 実施の形態である M I M キャパシタを示す断面図。

【図 1 7】

図 1 6 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 1 8】

図 1 6 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 1 9】

図 1 6 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 0】

図 1 6 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 1】

本発明の第 3 実施の形態である M I M キャパシタを示す断面図。

【図 2 2】

図 2 1 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 3】

図 2 1 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 4】

図 2 1 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 5】

図 2 1 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 6】

図 2 1 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 2 7】

キャパシタの第 2 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【図 2 8】

本発明の第 4 実施の形態である M I M キャパシタを示す断面図。

【図 2 9】

図 2 8 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 0】

図 2 8 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 1】

図 2 8 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 2】

図 2 8 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 3】

図 2 8 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 4】

本発明の第 5 実施の形態である M I M キャパシタを示す断面図。

【図 3 5】

図 3 4 のデバイスの製造方法の一工程を示す平面図。

【図 3 6】

図 3 5 の X X X V I－X X X V I 線に沿う断面図。

【図 3 7】

図 3 4 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 8】

図 3 4 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 3 9】

図 3 4 のデバイスの製造方法の一工程を示す断面図。

【図 4 0】

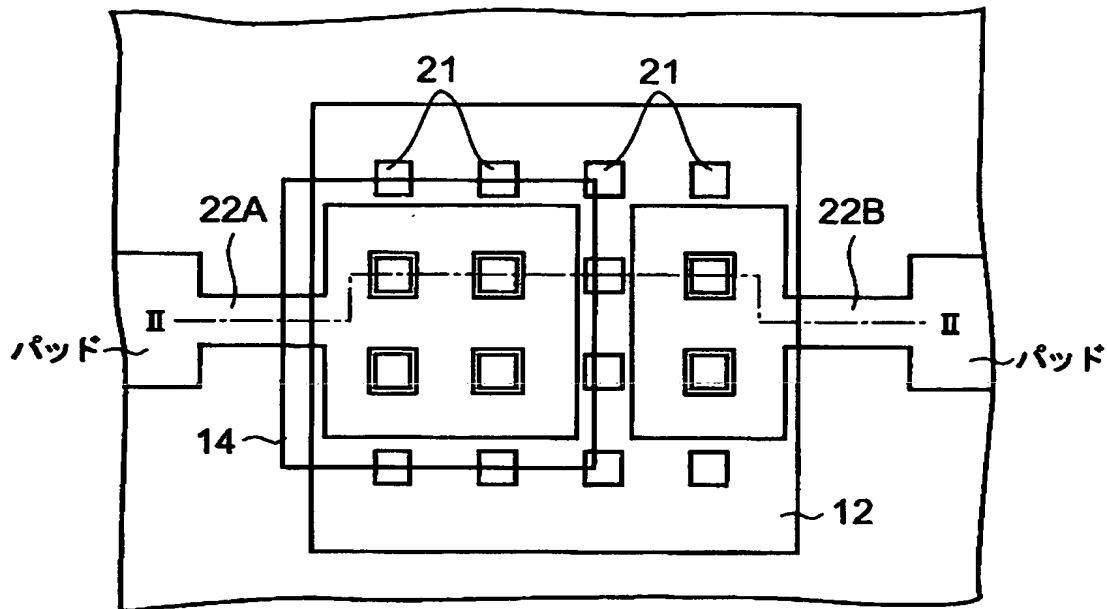
キャパシタの第 2 電極のレイアウトの例を示す平面図。

【符号の説明】

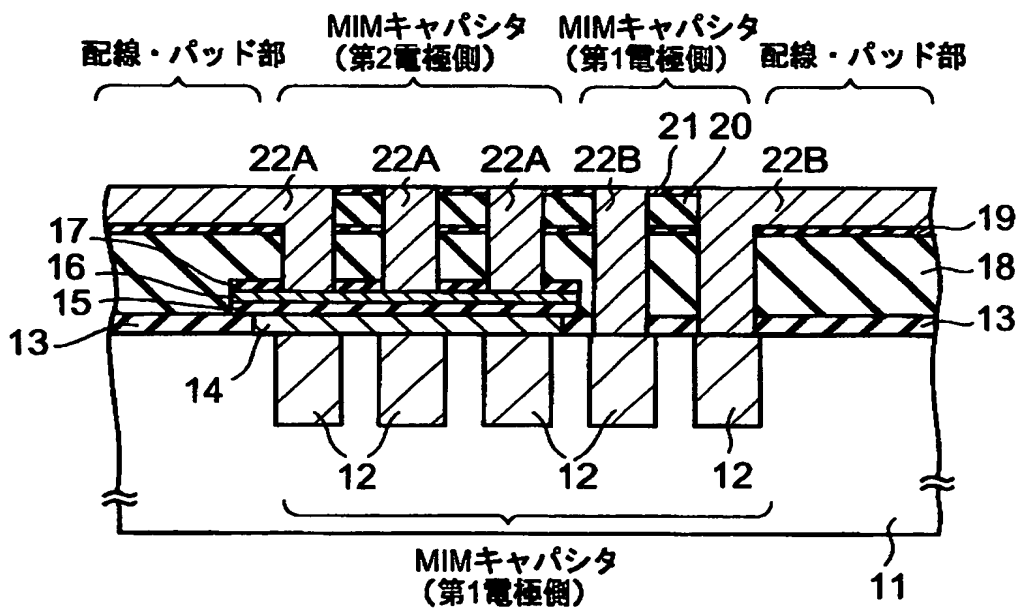
- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1 1 | : 半導体基板、 |
| 1 2, 2 2 A, 2 2 B | : 金属材料（例えば、C u）、 |
| 1 3, 1 7, 1 9, 2 1 | : 窒化シリコン膜、 |
| 1 4, 1 6 | : 窒化タングステン膜（拡散防止膜）、 |
| 1 5 | : キャパシタ絶縁膜、 |
| 1 8, 2 0 | : 酸化シリコン膜（層間絶縁膜）。 |

【書類名】 図面

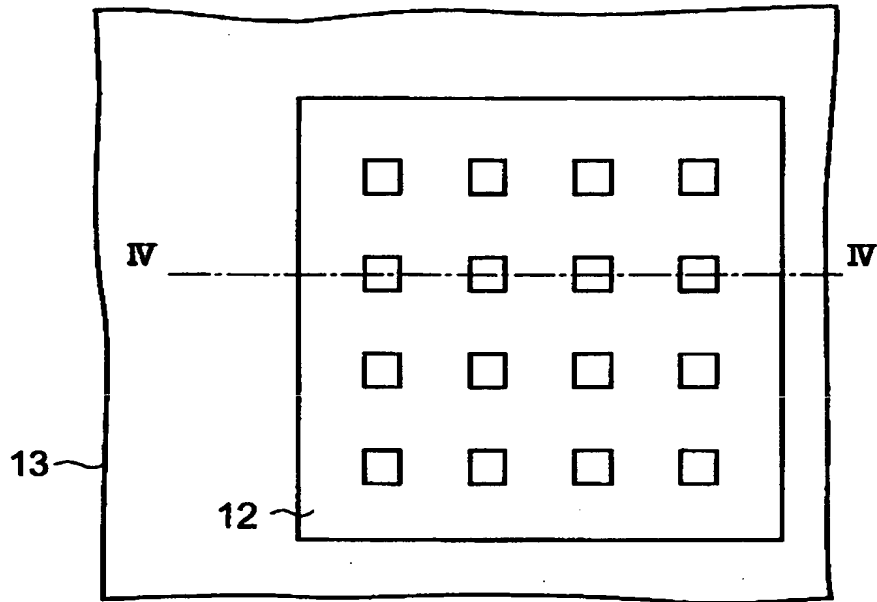
【図 1】



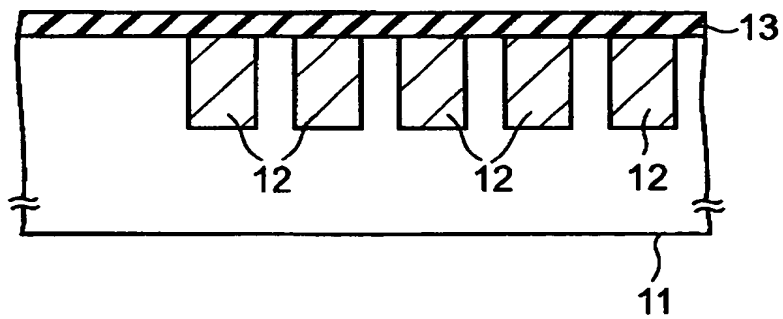
【図 2】



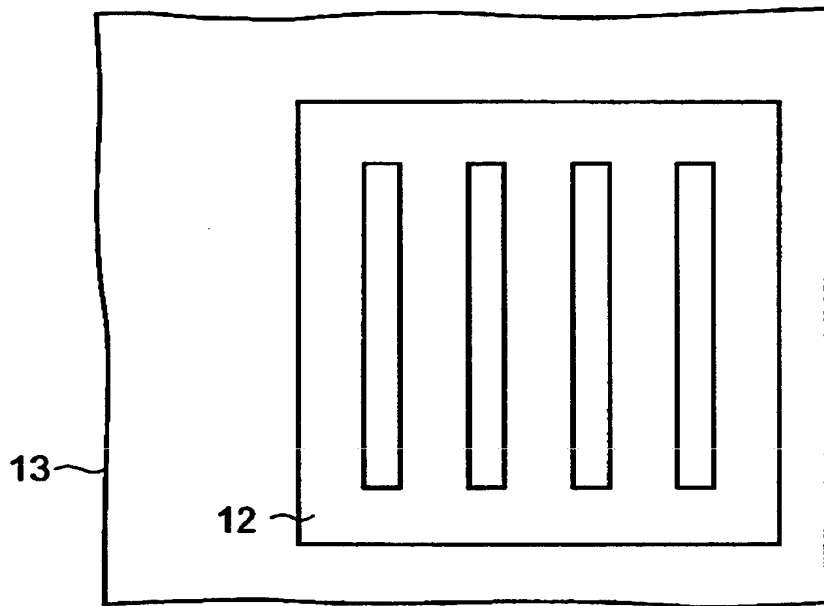
【図 3】



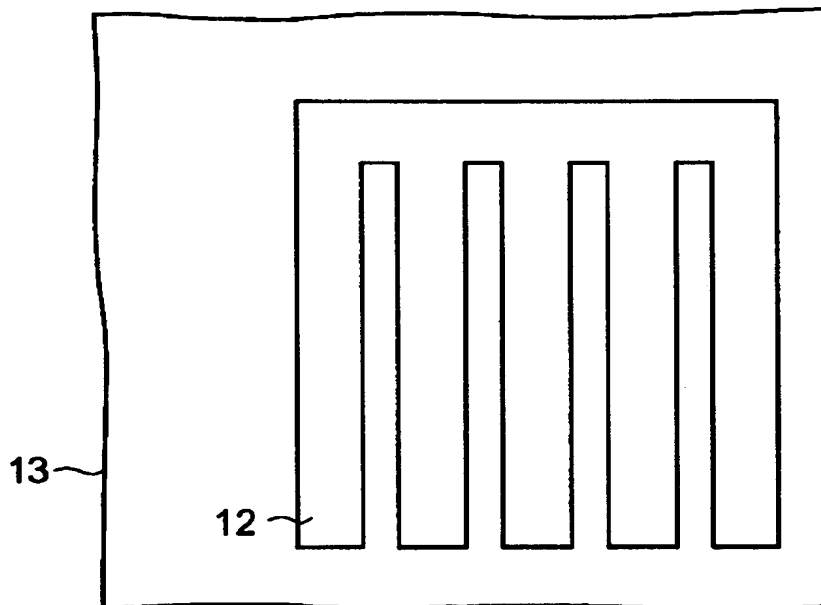
【図 4】



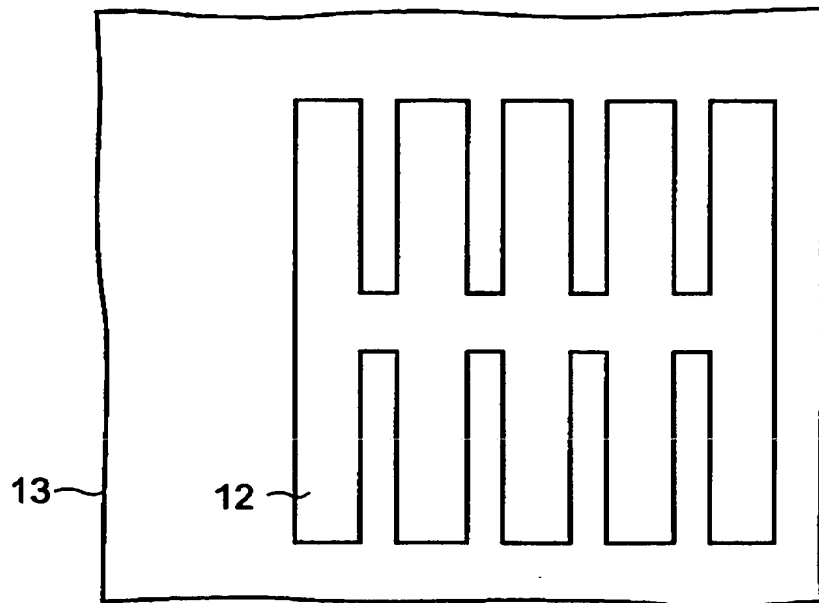
【図 5】



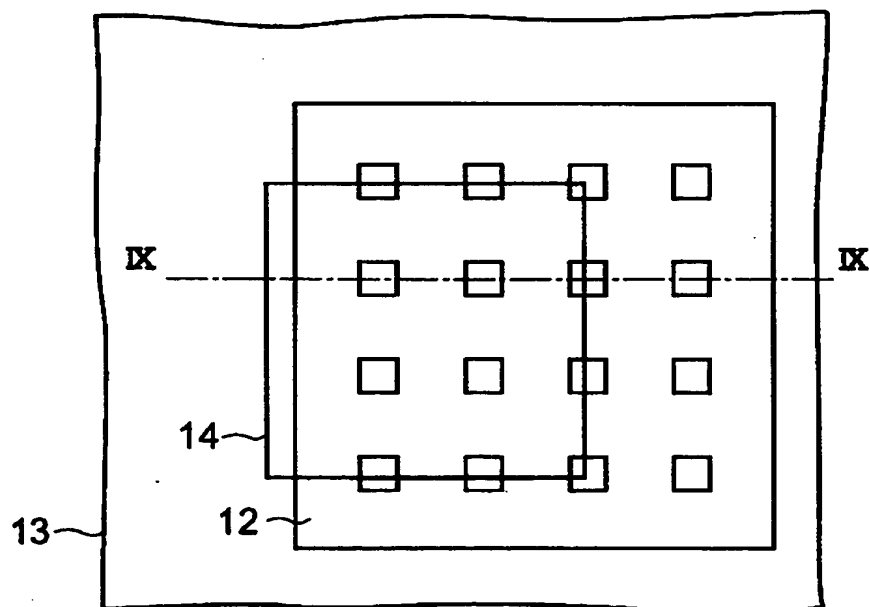
【図 6】



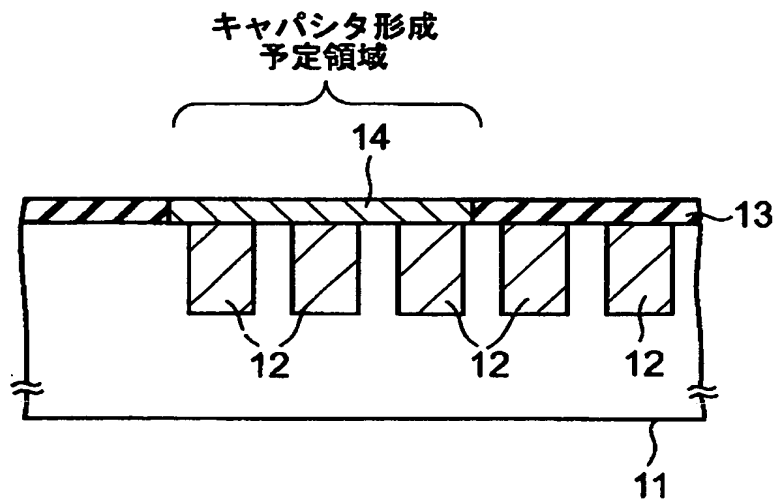
【図 7】



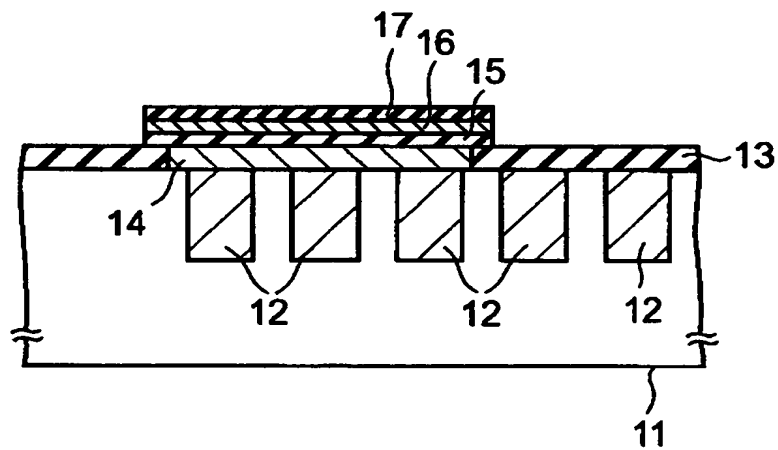
【図 8】



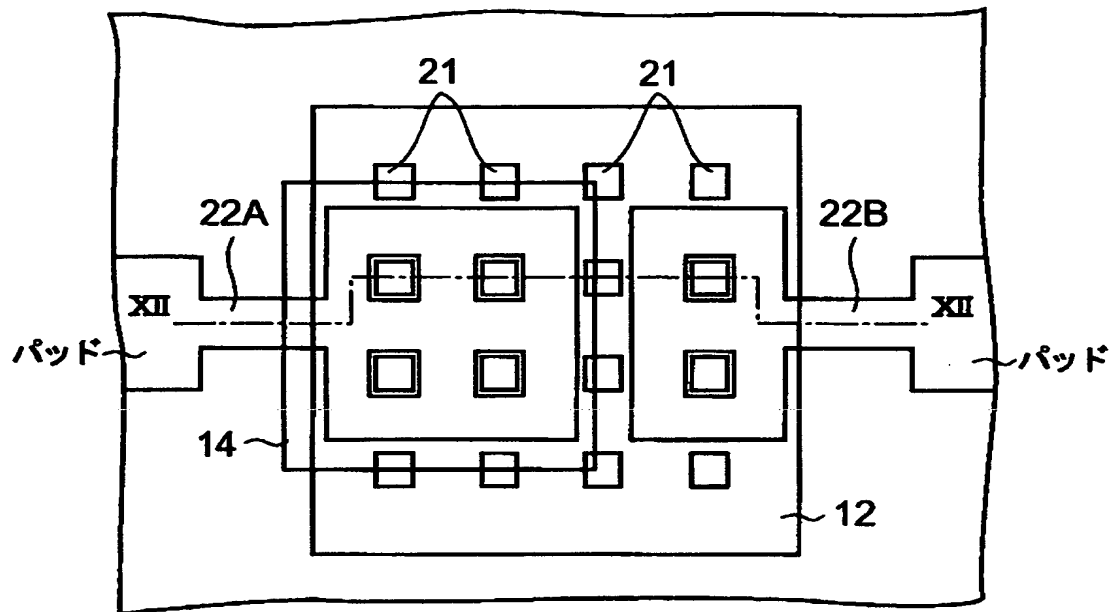
【図 9】



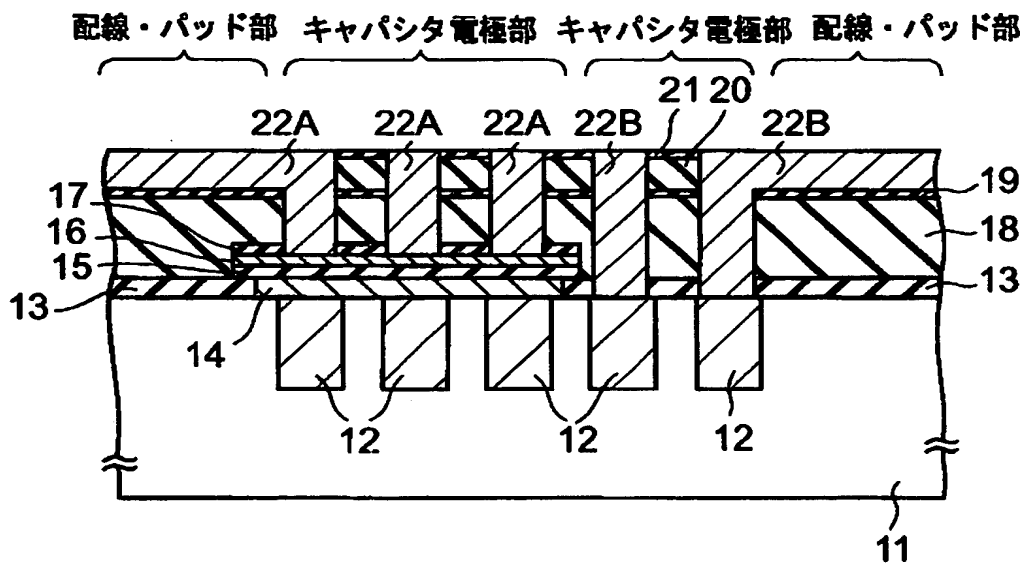
【図 1 0】



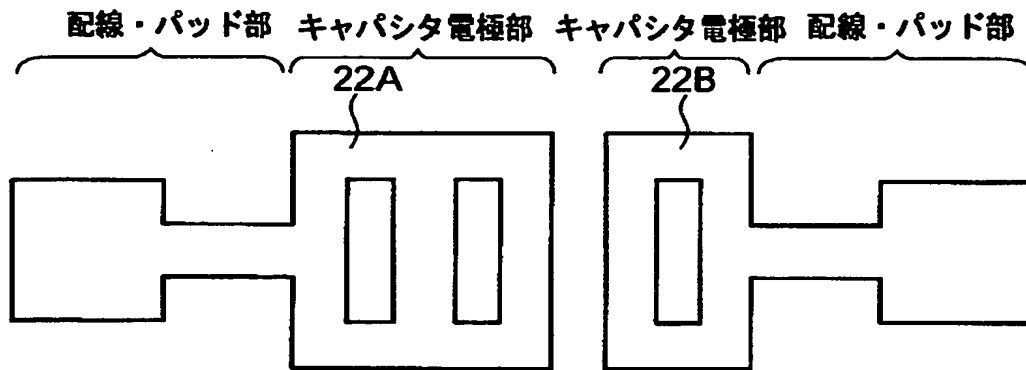
【図 1 1】



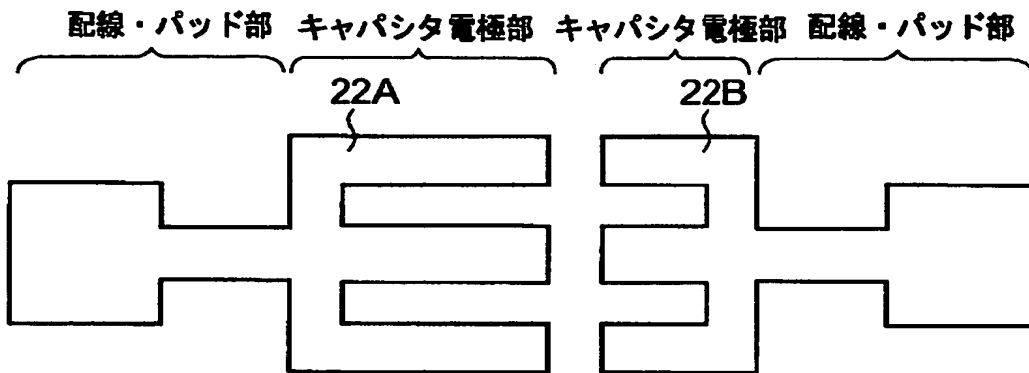
【图 12】



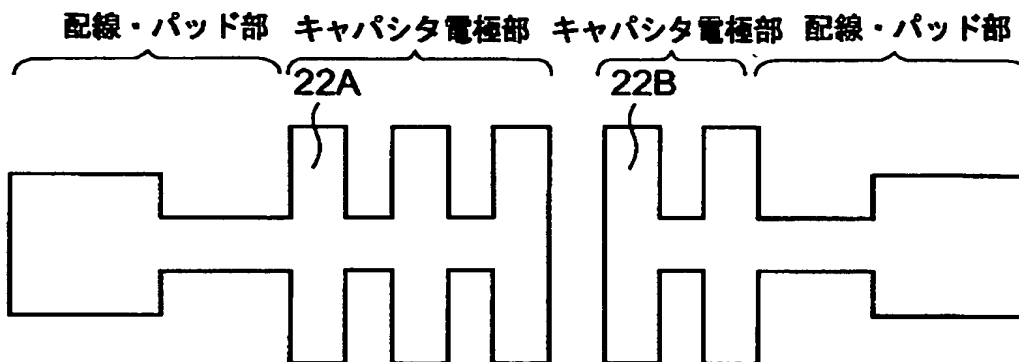
【図 1 3】



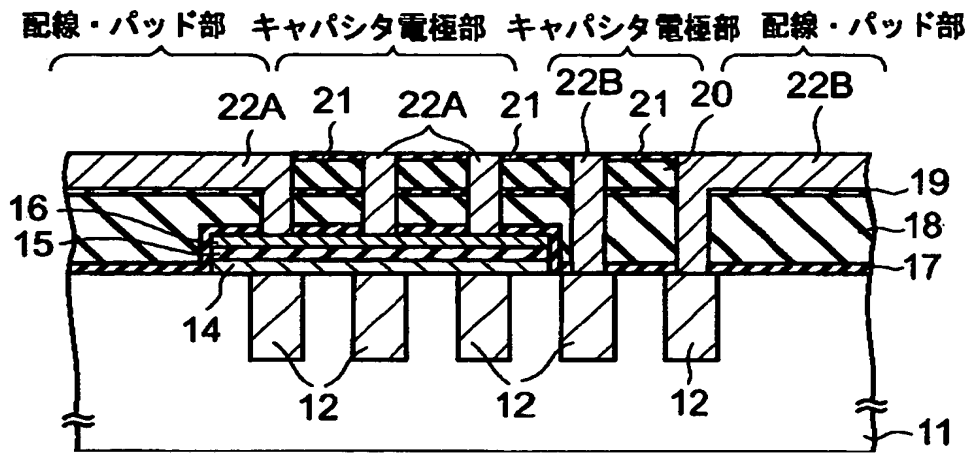
【図 1 4】



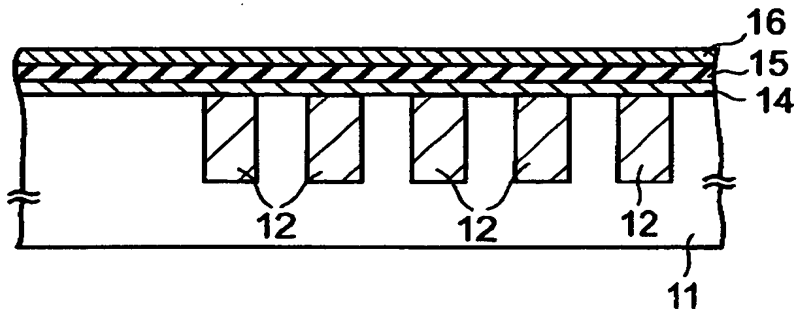
【図 1 5】



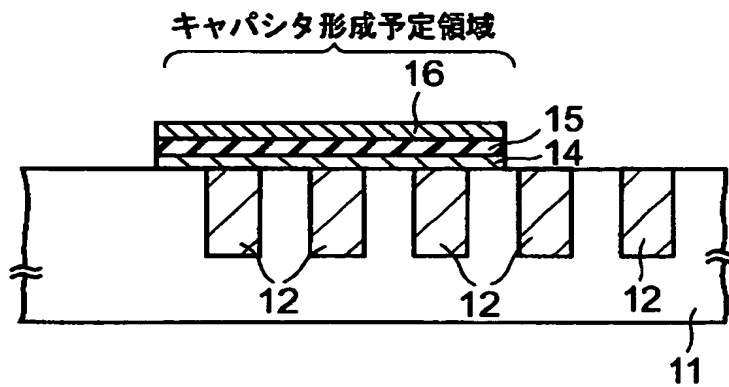
【図 1 6】



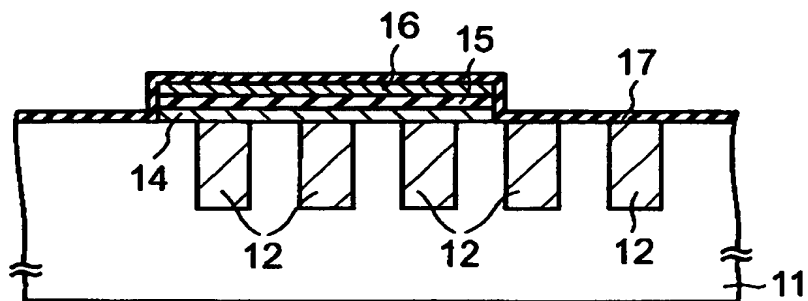
【図 1 7】



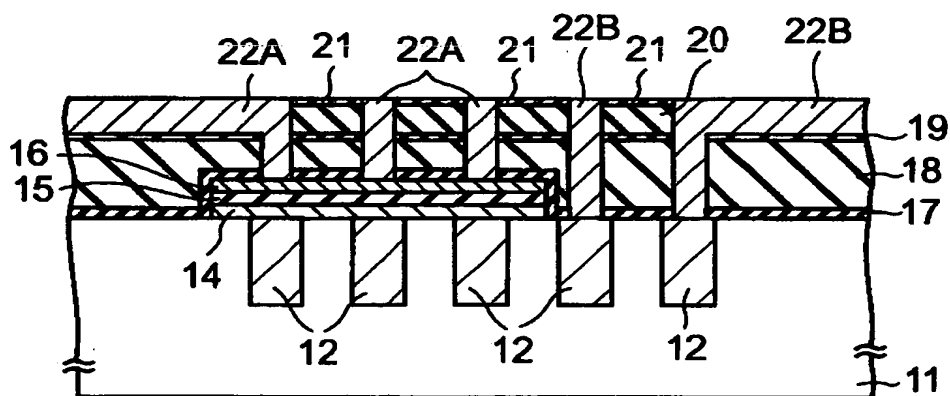
【図 1 8】



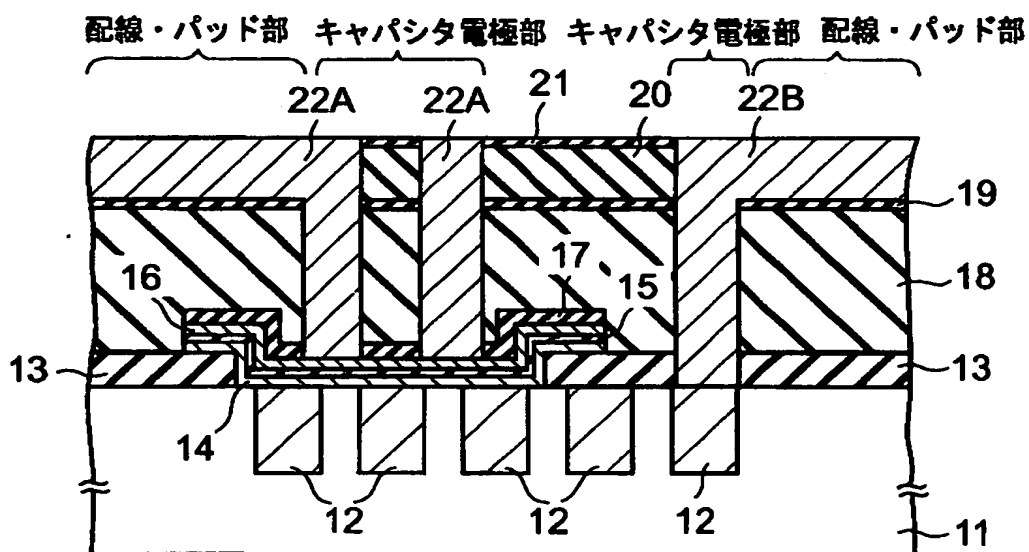
【図 1 9】



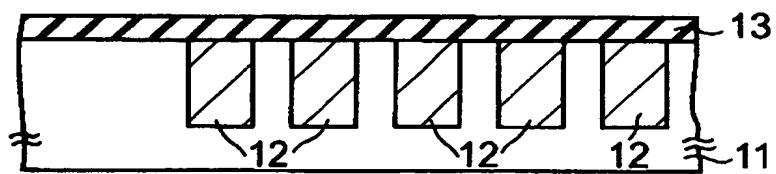
【図 2 0】



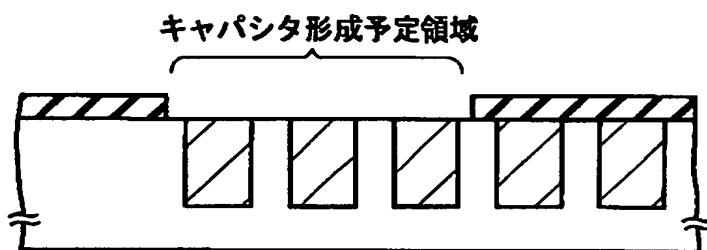
【図 2 1】



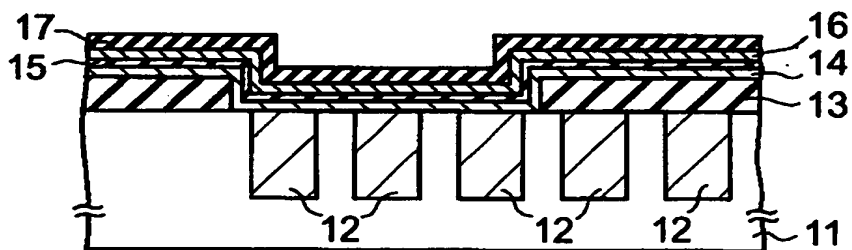
【図 2 2】



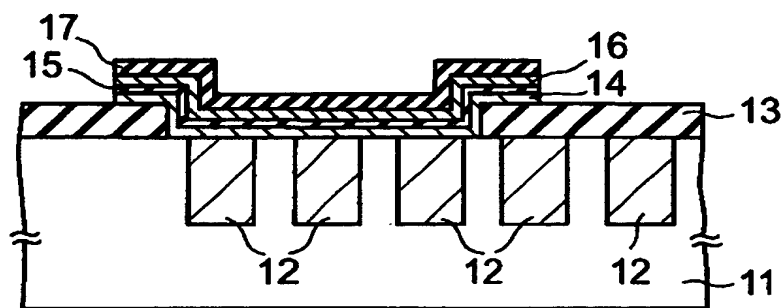
【図 2 3】



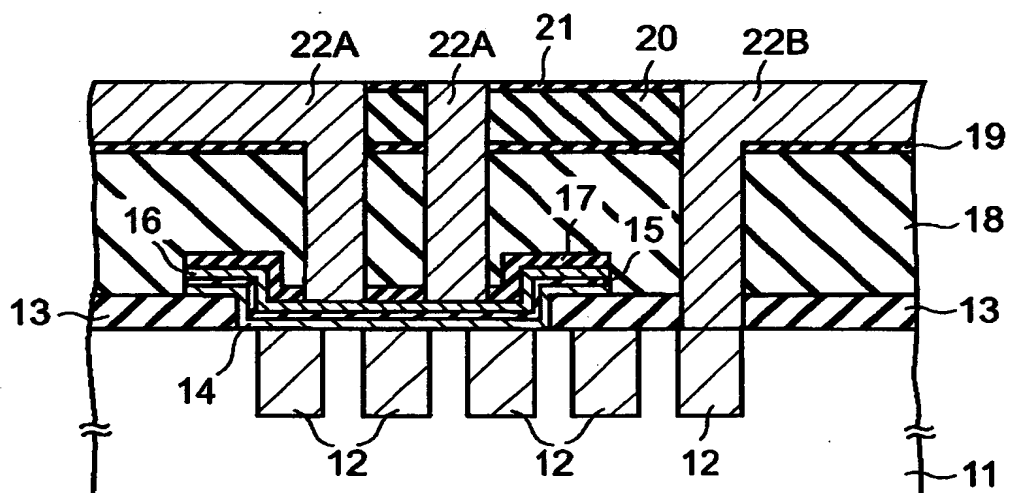
【図 2 4】



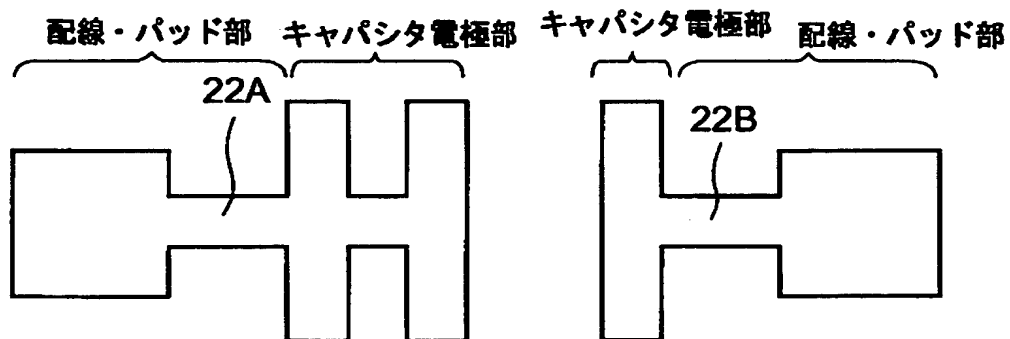
【図 25】



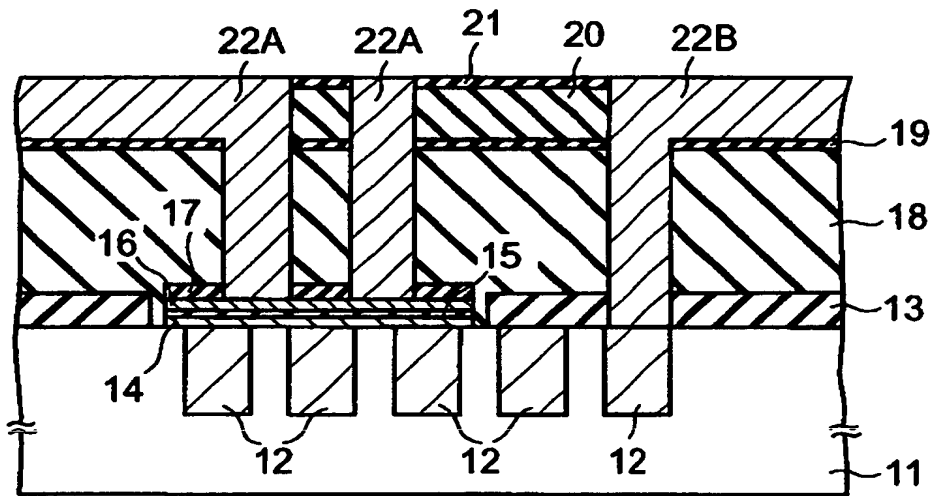
【図 26】



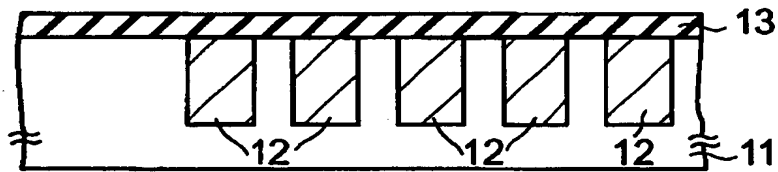
【図 27】



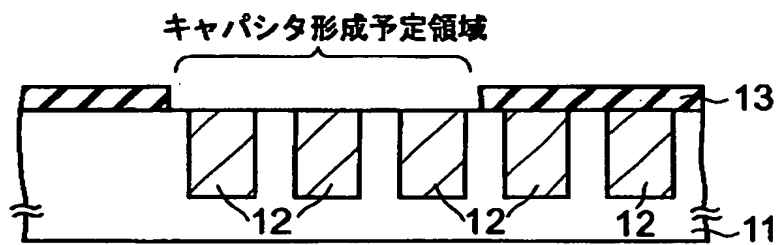
【図 2 8】



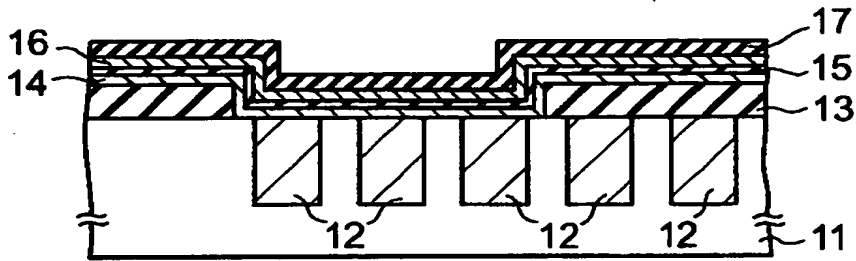
【図 2 9】



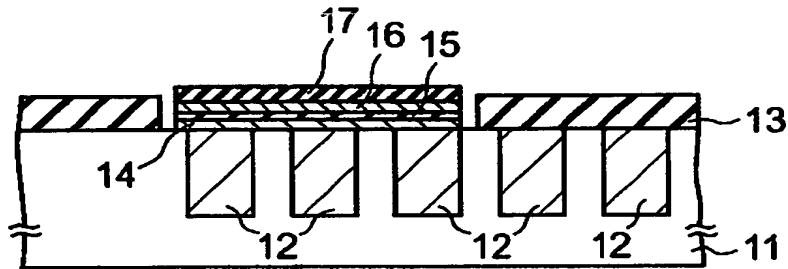
【図 3 0】



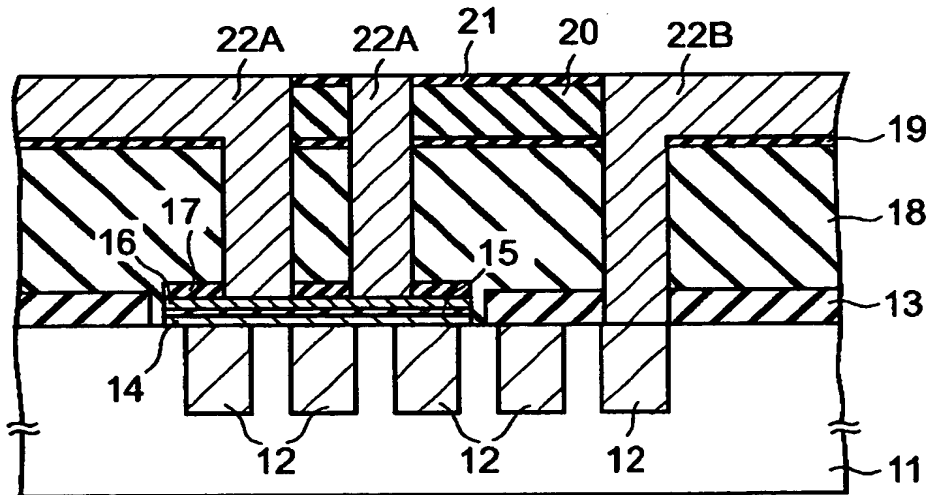
【図 3 1】



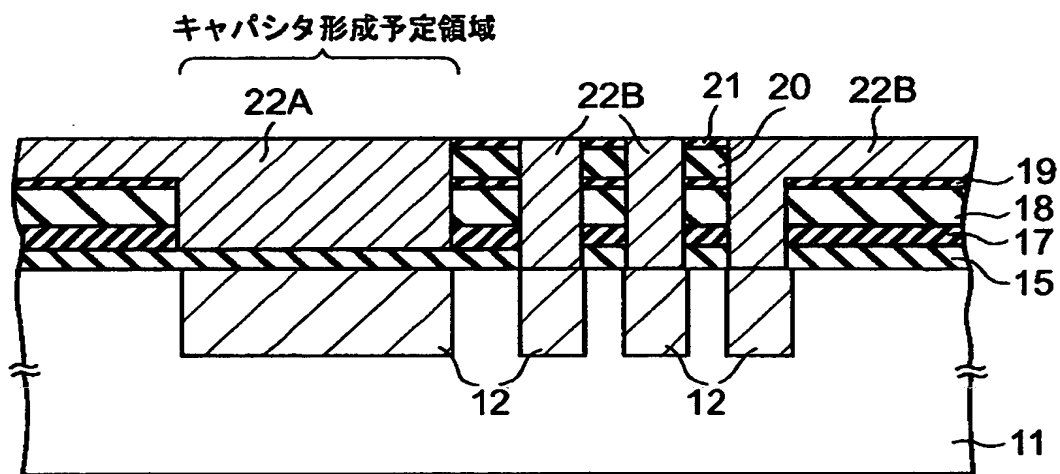
【図 3 2】



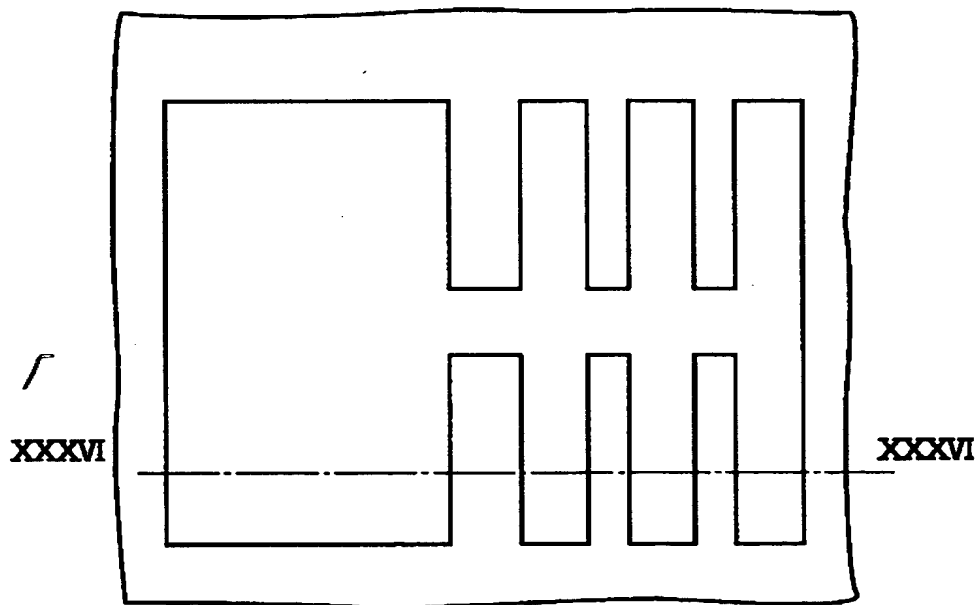
【図 3 3】



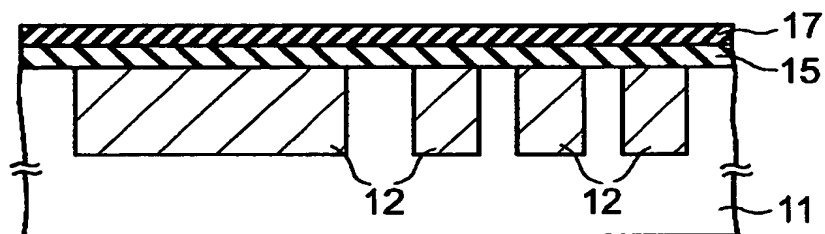
【図 3 4】



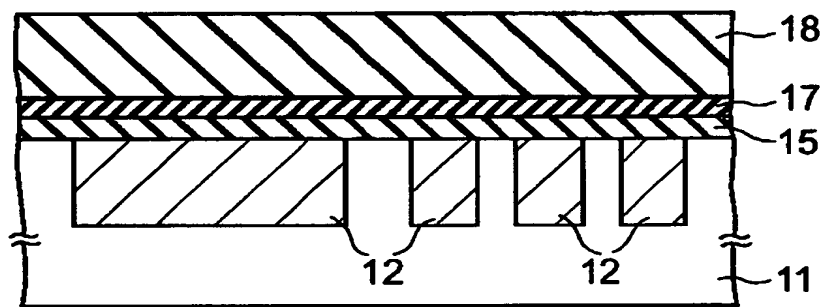
【図 3 5】



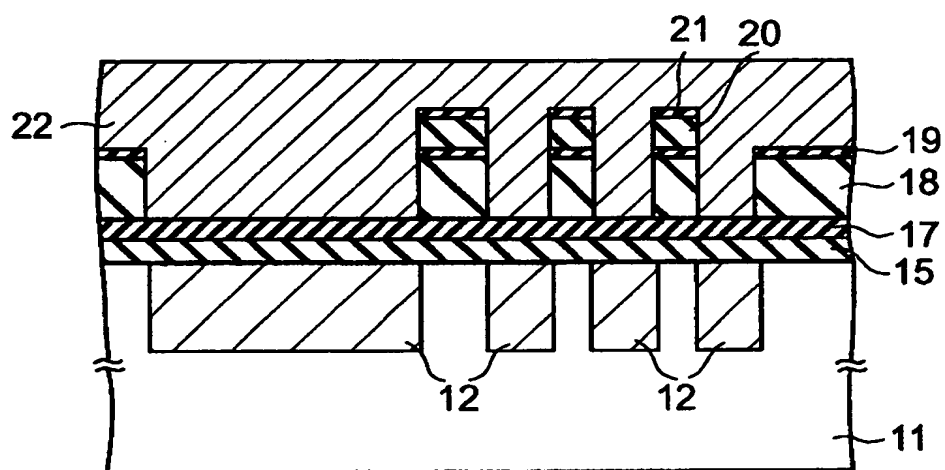
【図 3 6】



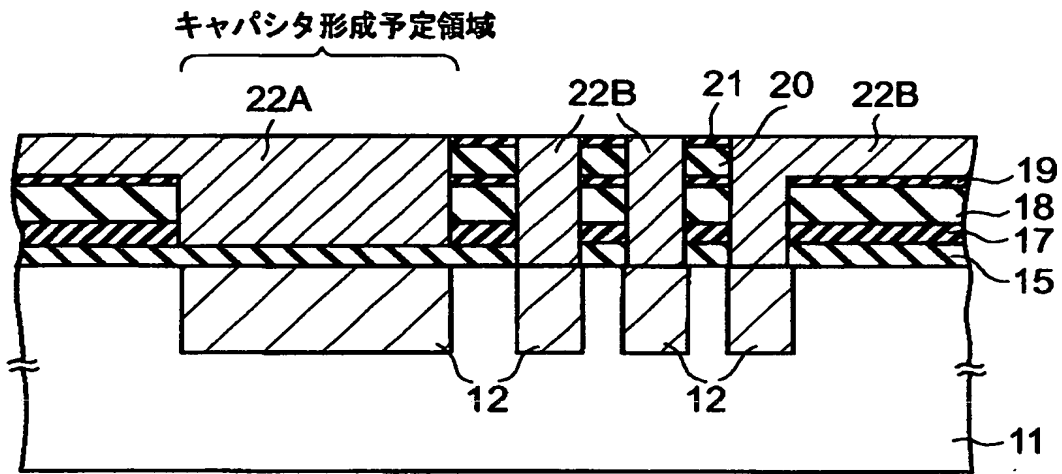
【図 3 7】



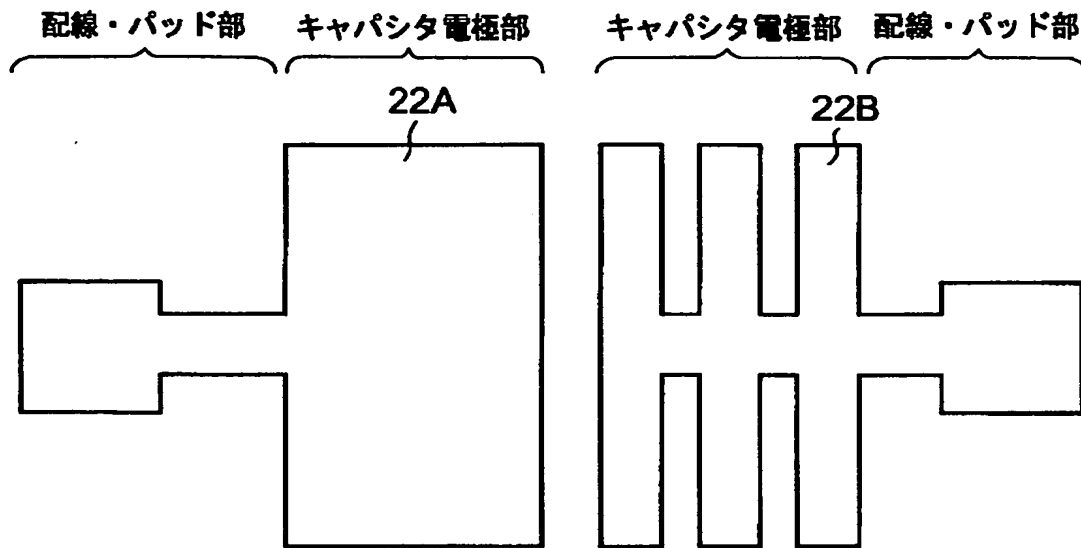
【図 3 8】



【図 3 9】



【図 4 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダマシンプロセス+Cu配線でのキャパシタのリークを低減する。

【解決手段】 MIMキャパシタの第1電極12及び第2電極22Aは、大きな拡散係数を有する金属材料、例えば、Cuから構成される。キャパシタ絶縁膜15と第1電極12の間には、金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第1拡散防止膜14が配置され、キャパシタ絶縁膜15と第2電極22Aの間には、金属材料の拡散を防止する機能を有する板状の第2拡散防止膜16が配置される。第1及び第2電極は、例えば、四角以外の格子状、すのこ状、櫛状を含む形状を有している。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝